



REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY
COMANDO GENERAL DEL EJÉRCITO

R.C. 2-1

Público

Topografía para la Artillería de Campaña



Montevideo, 2005

SEÑOR COMANDANTE EN JEFE DEL EJÉRCITO:

Ante la necesidad de contar con un Reglamento de “Topografía de Artillería de Campaña”, se procedió a la confección del presente Reglamento, el cual se eleva a consideración del Señor Comandante en Jefe del Ejército para su aprobación.

Saluda a usted atentamente.

El Jefe del Estado Mayor del Ejército

General



DARDO GROSSI

Montevideo, 13 de junio de 2005.

RESOLUCIÓN:

Visto: El Reglamento de Topografía de Artillería de Campaña, elevado a consideración del suscrito por el Señor Jefe del Estado Mayor del Ejército.

Considerando: Que su texto se ajusta a la doctrina y a las normas vigentes.

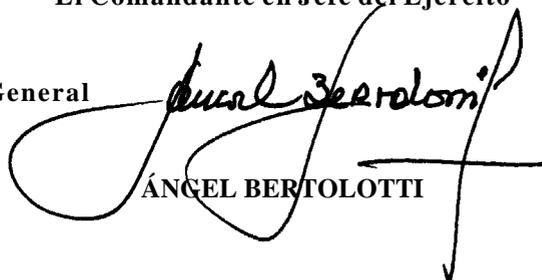
EL COMANDANTE EN JEFE DEL EJÉRCITO, DISPONE:

Aprobar el “Reglamento de Topografía de Artillería de Campaña”, con los siguientes datos:

- a) Categoría: Reglamento de Campaña (R.C.)
- b) Característica numérica: 2-1
- c) Clasificación: Público
- d) Fecha de aprobación: 13 de junio de 2004

El Comandante en Jefe del Ejército

Teniente General



ÁNGEL BERTOLOTTI

ÍNDICE

CAPÍTULO I

MISIONES TOPOGRÁFICAS DE ARTILLERÍA

1.1	Objeto de las operaciones topográficas	11
1.1.1	La Topografía en Artillería	11
1.1.2	Trabajos Topográficos	11
1.1.2.1	Planificación.	11
1.1.2.2	Trabajos de Campo	12
1.1.2.3	Trabajos de Gabinete	12
1.1.3	Levantamiento Topográfico de Artillería.	12
1.1.3.1	Definición	12
1.1.3.2	Controles Topográficos	12

CAPÍTULO II

ELEMENTOS CARTOGRÁFICOS

2.1	Generalidades	13
2.1.1	Geoide	13
2.1.2	Elipsoide	13
2.2	Coordenadas Geográficas	14
2.2.1	Generalidades	14
2.2.2	Latitud	15
2.2.3	Longitud	15
2.2.4	Altitud	15
2.2.5	Ubicación de un punto por sus Coordenadas Geográficas	15
2.3	Sistemas de Proyección	16
2.3.1	Definición	16
2.3.2	Tipos de proyecciones	16
2.3.3	Sistemas de Representación	17
2.3.4	Sistema de Representación Cilíndrica Conforme de Gauss	18
2.3.5	Sistema de Representación Universal Transversal de Mercator (UTM)	18

2.4	Coordenadas Planialtimétricas	19
2.4.1	Cuadrícula	19
2.4.2	Ubicación de un Punto por sus Coordenadas Planialtimétricas	19
2.4.2.1	Coordenadas Planimétricas (Planas).....	19
2.4.2.2	Coordenadas Altimétricas	20
2.5	Direcciones Norte y ángulos característicos	21
2.5.1	Direcciones Norte	21
2.5.2	Ángulos Característicos	21

CAPÍTULO III
DIRECCIONES

3.1	Generalidades	23
3.2	Determinación de Direcciones	23
3.2.1	La determinación de una dirección en función de las coordenadas de dos puntos	24
3.2.2	El método de visadas simultaneas a un astro	24
3.3	Medición de ángulos Horizontales	25
3.3.1	Método de vuelta de horizonte (V.H)	25
3.3.2	La Reiteración	25
3.4	Medición de ángulos Verticales	25

CAPITULO IV
GENERALIDADES

4.1	Radiación	27
4.1.1	Generalidades	27
4.1.2	Tipos de Radiación	27
4.1.3	Operaciones de campo	27
4.1.4	Operaciones de Gabinete	28
4.2	Poligonación	29
4.2.1	Generalidades.....	29

4.2.2	Tipo de Poligonal	29
4.2.3	Operaciones de Campo	30
4.2.4	Operaciones de Gabinete	30
4.3	Intersección	35
4.3.1	Generalidades	35
4.3.2	Operaciones de Campo	35
4.3.3	Operaciones de Gabinete	36
4.4.	Intersección inversa	37
4.4.1	Generalidades	37
4.4.2	Operación de Campo	37
4.4.3	Operaciones de Gabinete	37
4.5	Triangulación	40
4.5.1	Generalidades	40
4.5.2	Operaciones de Campo	40
4.5.3	Operaciones de Gabinete	41

CAPÍTULO V

ALTIMETRÍA

5.1	Generalidades	43
5.2	Nivelación Trigonométrica.	43
5.2.1	Generalidades	43
5.2.2	Operaciones de Campo	43
5.2.3	Operaciones de Gabinete	43

CAPÍTULO VI

TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS

6.1	Generalidades	46
6.2	Control Topográfico	46
6.3	Puntos y Direcciones de Referencia (PP.RR. y DD.RR)	46
6.3.1	Empleo de un Punto de Referencia correcta (conocida)	46

6.3.2	Empleo de un Punto de Referencia de Coordenadas Arbitrarias y una D.R. conocida	47
6.3.3	Empleo de un Punto de Referencia y una D. R. arbitrarios	47
6.4	Cambio de Sistema (Cambio de Trama)	47
6.4.1	Traslación de Ejes	47
6.4.2	Giro de cuadrícula (X, Y)	48
6.4.3	Traslación y giros de cuadrículas	49
6.5	Traslación y giro de cuadrícula por procedimientos gráficos	50

CAPÍTULO VII

ORGANIZACIÓN TOPOGRÁFICA

7.1	Referencias de posición en los distintos Escalones	52
7.1.1	Atribuciones de los diferentes Escalones	52
7.1.1.1	Unidades de A. de E.	52
7.1.1.2	A.D. o Agrupamiento de A.	53
7.1.1.3	Grupos de Artillería (o Baterías aisladas)	53
7.2	Organización Topográfica en el Grupo de A. de campaña.	54
7.2.1	Personal, Instrumentos y accesorios	54
7.2.2	Funciones del Oficial de Reconocimiento y Topografía (O.R.T)	54
7.2.2.1	Generales	54
7.2.2.2	Específicas.	55
7.3	Organización Topográfica en la A.D. y el Agrp. A.	55
7.3.1	Equipo Topográfico	55
7.3.2	Centro de Informaciones Topográficas (C.I.T.)	56
7.3.3	Control de la A.D. y Agrup.A.	56
7.4	Organización Topográfica en la A.E.	57
7.4.1	Equipo Topográfico	57
7.4.2	Levantamiento en la A.E.	57

CAPÍTULO VIII
PLAN DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL GRUPO

8.1	Generalidades	58
8.2	Apreciación de Situación	58
8.2.1	Informaciones obtenidas por el Oficial de Topografía	58
8.2.2	Desarrollo de lapreciación de Situación por el Oficial de Reconocimiento y Topografía	59
8.3	Reconocimiento del Terreno	60
8.4	Elaboración del Plan de Levantamiento Topográfico (P.L.T.)	60
8.4.1	Memento	61

CAPÍTULO IX
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN EL GRP. DE A.

9.1	Generalidades	62
9.2	Trabajos de Levantamiento	62
9.2.1	Area de Blancos	63
9.2.2	Area de Conexión	63
9.2.3	Area de Posiciones	63
9.3	Ayuda Memoria	63
9.3.1	Terminología	63
9.3.2	Fases del Levantamiento	64
9.3.3	Secuencia de Trabajos	65
9.3.4	Plazos para realización de los trabajos	65
9.3.5	Trabajos a realizar en cada Area	66
9.3.5.1	Area de Blancos	66
9.3.5.2	Area de Conexión.	67
9.3.5.3	Area de Posiciones	67

CAPÍTULO I

MISIONES TOPOGRÁFICAS PARA ARTILLERÍA

1.1 OBJETO DE LAS OPERACIONES TOPOGRÁFICAS

1.1.1 LA TOPOGRAFÍA EN ARTILLERÍA.

La Topografía se define como el «conjunto de procedimientos y reglas generales por medio de las cuales se logra representar a escala, con todas sus particularidades, los detalles naturales y artificiales y la configuración del terreno (relieve) de una extensión lo suficientemente pequeña de la superficie terrestre, para que ella se pueda considerar como plana».

La Topografía desde el punto de vista de Artillería(A.) tiene por objeto determinar:

- La ubicación relativa (plani-altimétrica) y la orientación de las armas de Artillería y de los medios de localización de blancos que la misma posee.
- La ubicación relativa (plani-altimétrica) de los blancos.

Los trabajos topográficos de A. proporcionan un sistema común de puntos que permitirá:

- La concentración de los fuegos.
- El desencadenamiento de tiros eficaces por sorpresa aún sin observación.
- La transmisión de datos de ubicación de blancos de una, hacia otra Unidad (U.) (estando todas las Unidades (UU.) en el mismo sistema).

1.1.2 TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

En forma general son todos aquellos trabajos que cada U. o Escalón de A. realiza con la finalidad de establecer y/o extender el control topográfico permitiendo establecer un sistema topográfico común en ellos, y que comprenden: Planificación, Trabajo de Campo y Gabinete.

1.1.2.1 Planificación

Es el proceso mediante el cual, una vez recibida la misión topográfica, determinadas las tareas y/o exigencias que supone la misma y reconocido el terreno, se concibe el Plan Topográfico que responde al cumplimiento de la misión. Tiene carácter dinámico acorde con las variantes de la situación.

1.1.2.2 Trabajo de Campo

Constituye el conjunto de actividades desarrolladas en el terreno y que consisten en:

- Medición de distancias.
- Medición de ángulos (verticales y horizontales).
- Registro de toda la información pertinente.

1.1.2.3 Trabajo de Gabinete.

Constituye las actividades de cálculo que puede ser desarrollada en forma simultánea o no, con los trabajos de campo y que tiene por finalidad la ubicación plani-altimétrica de uno o varios puntos y uno o varios blancos y la dirección de las líneas determinadas por ellos.

Los Trabajos de Campo y Gabinete constituyen la fase de ejecución de los trabajos topográficos y conjuntamente con el Plan, constituyen el cumplimiento de la misión topográfica.

1.1.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE ARTILLERÍA

1.1.3.1 Definición.

Se llama Levantamiento Topográfico (Lev. Top.) al conjunto de operaciones que tienen por finalidad representar sobre un plano a una escala conveniente una serie de puntos de terreno que conservan entre si su posición relativa.

Cuando estas operaciones se refieren al tiro de A., el plano a que se ha hecho referencia se llamará Plancheta de Tiro (P.T.) y los puntos levantados serán: Centro de Batería (C.B.), Punto de Vigilancia (P.V.), Blancos Auxiliares (B.A.), Puestos de Observación (P.O.), Posición Radar (P.Ra.), etc..

1.1.3.2 Controles Topográficos

Los puntos a que se ha hecho referencia anteriormente deben ser determinados dentro de un sistema topográfico común, el cuál se obtienen proporcionando a los elementos subordinados un control topográfico (un punto de coordenadas conocidas). Este control se define como el conjunto de datos que posibilita al elemento subordinado entrar en la trama del Escalón Superior que proporcionó dichos datos. Estos datos deben ser como mínimo:

- Un punto denominado Referencia (Reper.) de Posición (RP).
- Una Dirección de Referencia (DR).

La determinación del control Topográfico y su extensión es responsabilidad del Escalón Superior de A. que actúa en una determinada Z.A.

En caso de no disponer del control correspondiente al iniciar las operaciones Topográficas, la U. o Escalón Correspondiente adoptará un Punto de Control y una Dirección de Referencia arbitrarios. Una vez determinados los controles correspondientes, por el Escalón Superior, se realizarán las transformaciones pertinentes.

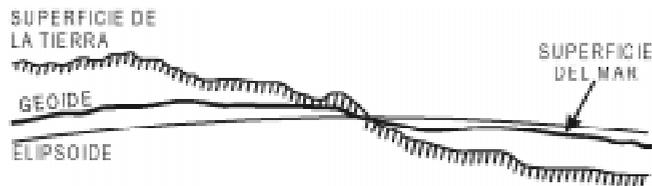
CAPÍTULO II

ELEMENTOS CARTOGRÁFICOS

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 GEOIDE

- Se lo define como el cuerpo constituido por la superficie de nivel, que coincide con el nivel medio de los mares y que se prolonga debajo de los continentes con la condición de permanecer normal a todas las líneas de fuerza del campo de la gravedad terrestre.
- Este cuerpo, (Geoide) no es una figura matemática; por esta razón y con la finalidad de resolver el problema de la representación cartográfica, es que se adopta una figura matemática, que sea lo más semejante posible al mismo: el Elipsoide.



El Geoide

2.1.2 ELIPSOIDE

- El Elipsoide de revolución empleado en cada caso, es aquel cuya superficie se aproxima más a la superficie real del Geoide.



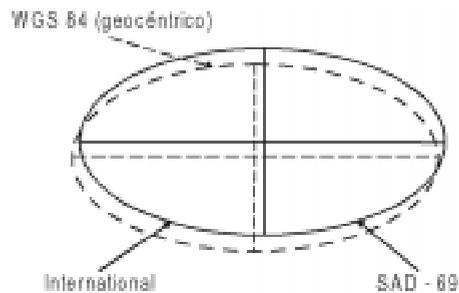
El Elipsoide de revolución

- El Elipsoide es determinado mediante sus parámetros, que son respectivamente.

a = Semi-Eje mayor b = Semi-Eje menor

$$\text{achatamiento} = \frac{a - b}{a}$$

- A través de la historia se ha ido refinando los modelos elipsoidales de representación de la Tierra. Además se busca modelos que representen globalmente a la Tierra (sistemas o Datum Globales) o localmente (sistemas o Datum Locales). Es así que se utilizan diferentes elipsoides como: el internacional de Hayford 1924 y el SAD-69 (South American Datum 1969), estos elipsoides no son geocéntricos. Por otra parte, con el sistema GPS (Global Position System) se obtienen coordenadas en el Datum Global Geocéntrico WGS 84 (World Geodetic System 1984).



Elipsoides

- En base a esta figura matemática se definen las coordenadas geográficas, que lógicamente serán diferentes para cada Datum. Por lo tanto es necesario realizar transformaciones de coordenadas para trasladarlas de un sistema de referencia a otro.
- Se considera que un Datum es un punto que se toma como origen, creado para una red de puntos de control a los efectos de realizar todos los levantamientos topográficos y trabajos cartográficos, existiendo Datums horizontales y verticales.

2.2 COORDENADAS GEOGRÁFICAS

2.2.1 GENERALIDADES

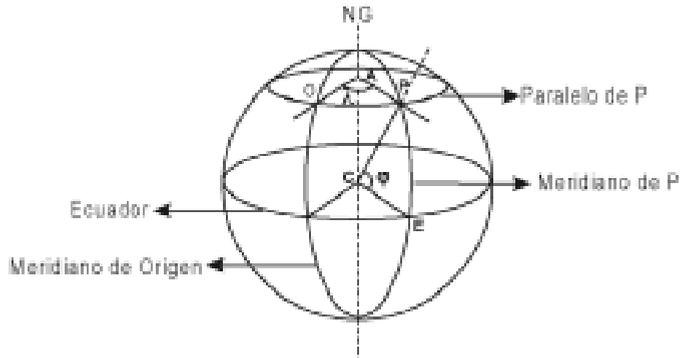
- Para situar un punto sobre la superficie de la Tierra, recurrimos a una solución inequívoca sus coordenadas geográficas, Latitud (ϕ) y Longitud (λ), y su altitud.

2.2.2 LATITUD

- La Latitud (φ_P) de un punto P, es igual al arco de meridiano medido desde el Ecuador hasta el paralelo que pasa por el punto P.

2.2.3 LONGITUD

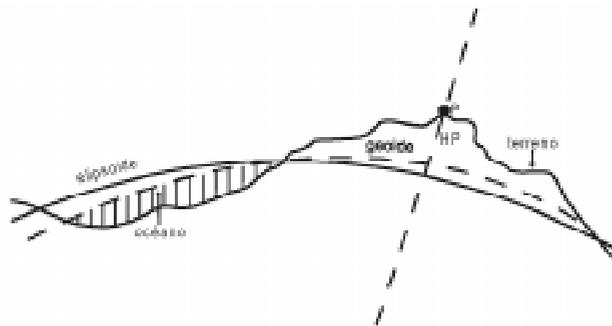
- La Longitud de P (λ_P), es el arco de Ecuador definido por el meridiano origen (Greenwich) y el meridiano que contiene al punto P.. Se mide a partir del meridiano origen y en sentido E-0.



Coordenadas Geográficas Latitud (φ) y Longitud (λ)

2.2.4 ALTITUD

- La Altitud de un punto se define como el alejamiento medido sobre la vertical del lugar, desde la superficie de referencia (Geoide) hasta el punto considerado.



2.2.5 UBICACIÓN DE UN PUNTO POR SUS COORDENADAS GEOGRÁFICAS

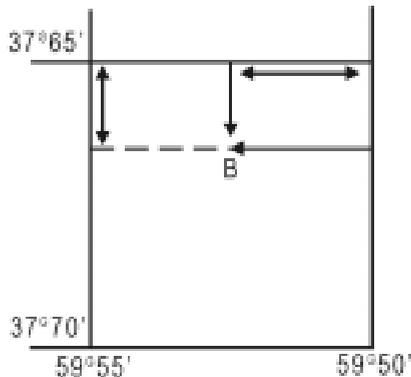
- Cuando la Carta no posee una cuadrícula se define al punto por sus coordenadas geográficas. Para su determinación se deben seguir los siguientes pasos:

Longitud:

- 1º) se mide la distancia que separa el punto del meridiano más próximo situado a la derecha de dicho punto.
- 2º) se trae esta medida sobre la graduación de la Carta, nos da el número de minutos a agregar a la longitud de éste meridiano.

Latitud:

Se toma como base el paralelo más próximo al norte del punto, recordándose que Uruguay se encuentra en el hemisferio Sur y al oeste del meridiano origen (Greenwich).



2.3 SISTEMAS DE PROYECCIÓN

2.3.1 DEFINICIÓN

Un sistema de proyección permite la representación sobre un plano, de una porción considerable de la superficie terrestre, estableciendo mediante expresiones matemáticas adecuadas una correspondencia biunívoca entre un punto objeto de la superficie terrestre, y su imagen en el plano.

En la práctica el problema se reduce a representar sobre un plano, la malla de paralelos y meridianos, con la densidad adecuada al objeto de la Carta o Mapa; posteriormente mediante el procedimiento adecuado en cada caso, representar dentro de estas áreas, los accidentes naturales y artificiales, así como la superficie del terreno.

2.3.2 TIPOS DE PROYECCIONES

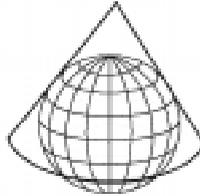
– Proyecciones cilíndricas

Se supone al Elipsoide rodeado totalmente por un cilindro que es tangente a un círculo máximo, generalmente el Ecuador; en el plano resultante de su desarrollo los meridianos son rectas verticales equidistantes y los paralelos perpendiculares a los meridianos.



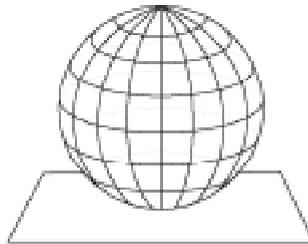
- Proyecciones cónicas

Se supone al Elipsoide rodeado por un cono sobre el cual se proyecta. El Mapa resultante es el desarrollo en un plano de la superficie cónica, con forma de abanico. Los paralelos son arcos de círculos concéntricos y los meridianos rectas concurrentes en el centro cortando a cada paralelo en partes iguales.



- Proyecciones planas o acimutales.

Se obtienen proyectando la superficie de la Tierra sobre un plano tangente al mismo, donde el punto de vista puede estar a diferente distancia, pero con frecuencia es el centro de la Tierra. El plano de proyección puede ser tangente al ecuador, a un Polo o a cualquier punto que sea necesario.



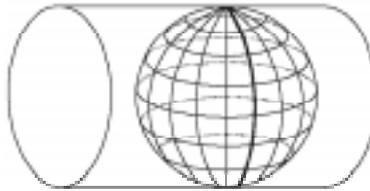
2.3.3 SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN

- El primer problema que se presenta para la confección de una Carta es la forma de representar una porción del elipsoide sobre un plano. Para ello nos basamos generalmente en una representación matemática de la superficie terrestre sobre una superficie de giro (cono o cilindro) o sobre un plano como proyección plana.
- Existen muchos sistemas según los cuales dibujar la Tierra, pero ninguno reúne las condiciones que la esfera entrega: igualdad de ángulos, superficies y formas. Así, unas proyecciones son conformes porque mantienen las formas. Otras son equivalentes porque conservan la misma extensión de la superficie. Otras son equidistantes por conservar las distancias.

- La elección de las proyecciones depende principalmente del uso previsto para la Carta. En síntesis, las denominadas «conformes» son las empleadas por Artillería ya que éstas representaciones conservan las formas.

2.3.4 SISTEMA DE REPRESENTACIÓN CILÍNDRICA CONFORME DE GAUSS

- La proyección Cilíndrica Conforme de Gauss, se basa en proyectar sobre un cilindro tangente a la superficie de la Tierra y con su eje normal al eje de la misma, meridianos y paralelos, construyéndose una malla de 20' en φ (latitud) por 40' en λ (longitud) para la Carta Topográfica en escala 1: 50.000 (las coordenadas Geográficas son expresadas en el sistema centesimal(400^G 00' 00"). Solamente el meridiano de contacto es rectilíneo, siendo los demás curvas convergentes en el Polo Sur, y cuyas concavidades se encuentran hacia el meridiano origen (62^G). Los paralelos son también curvas con su concavidad hacia el Polo Sur.

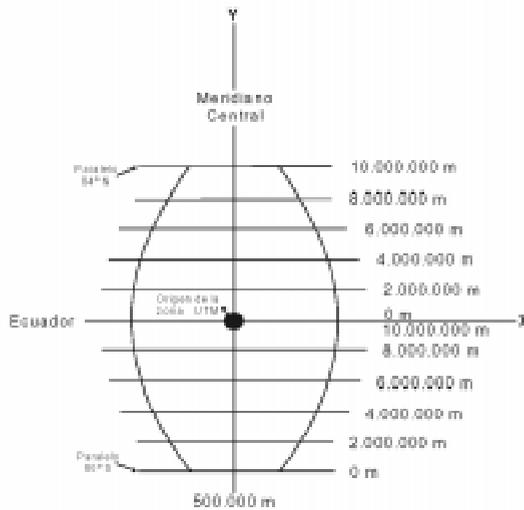


Sistema de representación Gauss (Cilíndrica Conforme)

2.3.5 SISTEMA DE REPRESENTACIÓN UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR (UTM)

En ésta proyección se toma como origen de las Y (ordenadas) el Ecuador, al que se le da un valor arbitrario de 10.000.000 metros, disminuyendo en consecuencia hacia el Polo Sur. Como origen de las X (abscisas) se ha tomado al meridiano central del huso correspondiente a la zona de la carta, al que se le da un valor arbitrario de 500.000 metros

Este huso que hemos mencionado, es una de las zonas de 6° en longitud en que la proyección UTM divide el globo, teniendo cada uno de estos husos un meridiano central, al que, como se expresó anteriormente, se le da un valor arbitrario de 500.000 m. en X.



2.4 COORDENADAS PLANIALTIMÉTRICAS

2.4.1 CUADRÍCULA

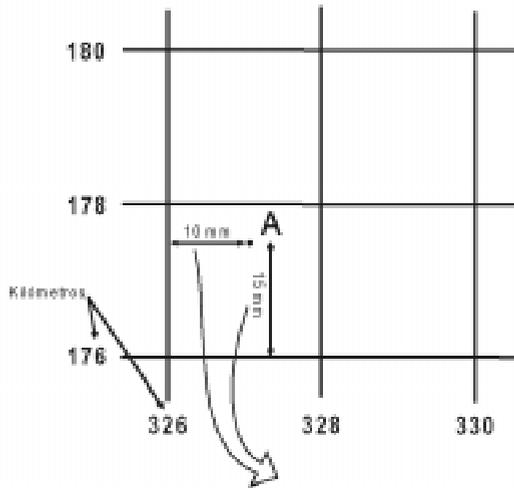
Sabemos que el empleo de las coordenadas geográficas para la designación (ubicación) de puntos sobre la superficie terrestre es poco práctico, pues los meridianos están representados por arcos de curvas concurrentes y los paralelos, por segmentos de círculos; es por eso que se superpone al sistema de meridianos y paralelos una cuadrícula que permite ubicar los puntos por sus coordenadas transportadas a los ejes rectángulos (abscisa x , ordenada y) y la orientación (q) de cualquier dirección. Todas las líneas de la cuadrícula son numeradas y cualquier punto puede ser graficado en base a la distancia que los separa de los ejes orígenes.

2.4.2 UBICACIÓN DE UN PUNTO POR SUS COORDENADAS PLANIALTIMÉTRICAS

2.4.2.1 Coordenadas Planimétricas (planas)

Para determinar un punto en la Carta es necesario que la misma cuente con una cuadrícula. Las coordenadas x e y son medidas por transporte a partir del ángulo inferior izquierdo del cuadrado que contiene al punto a definir.

Se enuncia primeramente las coordenadas de los ejes que pasan por el mencionado ángulo, a las cuales se le agregan las conversiones a metros. Se obtiene así las coordenadas o distancias del punto a los ejes elegidos como orígenes.



Se transforman en metros acorde a la escala de la Carta.

- Cuando el accidente a localizar sea inconfundible en un área determinada, es suficiente indicar la cuadrícula en que se encuentra

Ej.: Puente (326 - 176)

- Si se requieren las coordenadas, con la precisión que permita su lectura en la carta, las mismas serán expresadas en metros o en kilómetros.

P. Ej. el valor resultante es 326500 m. o 326.500 kmt. en el valor x, de igual manera se calcula el valor y.

2.4.2.2. **Coordenadas altimétricas**

Las curvas de nivel y los puntos acotados nos permiten determinar la Cota del punto por aproximación (interpolación), siendo la pendiente supuestamente uniforme. Se agrega a la Cota de la curva inferior un número de metros que se determina multiplicando la equidistancia de las curvas por la medida de la distancia «a» entre el punto y la curva inferior, dividiendo el resultado por la distancia «b» entre las dos curvas que enmarcan el punto



2.5 DIRECCIONES NORTE Y ÁNGULOS CARACTERÍSTICOS

2.5.1 DIRECCIONES NORTE

Desde un punto cualquiera del terreno determinamos las siguientes direcciones y ángulos:

– **Norte Geográfico (N.G.)**

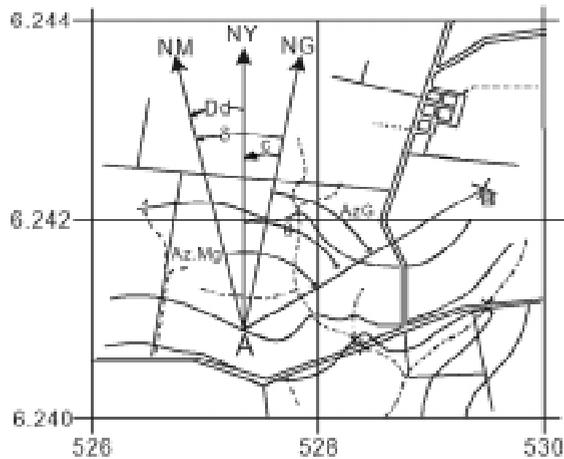
La dirección del N. G es definida por el meridiano que pasa por el lugar.

– **Norte Magnético (N.M.)**

Es definido por la tangente en un punto, a la dirección del campo magnético. Debemos recordar que el Polo Norte Magnético, no coincide con el Polo Norte Geográfico.

– **Norte Convencional (N.C.) o Norte de Cuadrícula (N.Y.)**

Es definido por la dirección paralela a los ejes de coordenadas (Y).



Direcciones y ángulos característicos

2.5.2 ÁNGULOS CARACTERÍSTICOS

- Acimut Geográfico (Az): ángulo determinado por el meridiano que pasa por la estación, y una dirección cualquiera. La dirección origen es la primera y se mide en el sentido horario
- Orientación (θ): ángulo determinado por la dirección del N.Y. y una dirección cualquiera. Es medido en el sentido horario, con origen en la primera dirección.

CAPÍTULO III

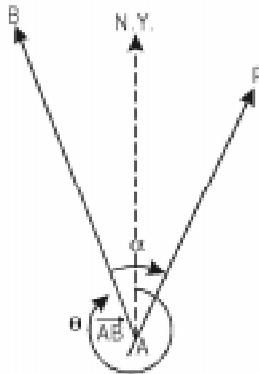
DIRECCIONES

3.1 GENERALIDADES

- Las coordenadas planas de un punto (x, y) pueden ser determinadas a partir de puntos conocidos mediante la medición de ángulos horizontales, de ángulos y distancias, o distancias solamente.
- La Cota (z) de un punto es calculada, determinando su diferencia de nivel respecto de al menos un punto conocido.
- Las determinaciones antes señaladas pueden ser gráficas, graficoanalíticas o analíticas, dependiendo de la precisión requerida en cada caso, así como del tiempo disponible.

3.2 DETERMINACIÓN DE DIRECCIONES

Se dice que una dirección está determinada cuando se conoce el ángulo que ella forma con otra dirección tomada como origen.



Determinación de una Dirección

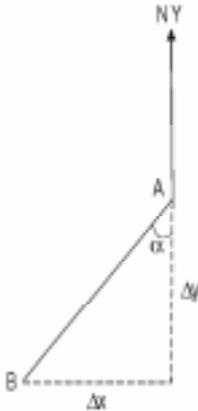
La dirección origen puede ser la del N.M., N.G., o una dirección de orientación conocida (θ).

- Puede declinarse un instrumento mediante la brújula circular o la declinatoria del mismo. Empleando la brújula circular puede medirse el Az. Mg. de una dirección con una precisión de ± 2 .

- Empleando el instrumento adecuado, puede orientarse una dirección de-terminando su Az. Geográfico.

3.2.1 LA DETERMINACIÓN DE UNA DIRECCIÓN EN FUNCIÓN DE LAS COOR-DENADAS DE DOS PUNTOS.

Se basa en determinar una dirección de acuerdo a las coordenadas de dos puntos. Dichos puntos deben ser considerados puntos de coordenadas co-nocidas o arbitrarias ajustadas. El procedimientos se realiza de la siguiente manera:



$$\text{tg } \alpha = \frac{\Delta x}{\Delta Y}$$

$$\alpha = \text{arc. tg } \frac{\Delta x}{\Delta Y}$$

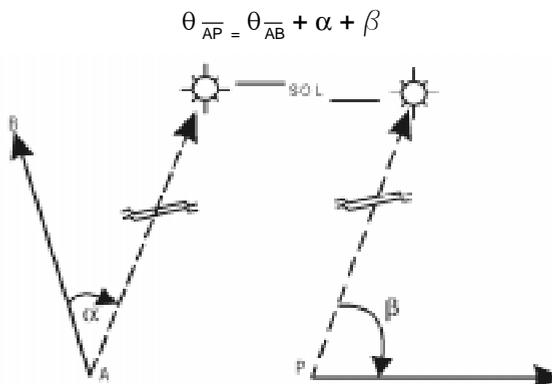
Δx = diferencia coord. en x ($X_B - X_A$)

ΔY = diferencia coord. en y ($Y_B - Y_A$)

Se deberá tener en cuenta el cuadrante del círculo topográfico a los efectos de calcular la orientación de la dirección definida.

3.2.2 EL MÉTODO DE VISADAS SIMULTÁNEAS A UN ASTRO

Se basa en el paralelismo de direcciones, cuando las mismas tienen por extremo un punto situado en el infinito, asegurando por la simultaneidad de las lecturas, que en ambas estaciones (A y P) se visa una misma posición del astro elegido.



Visadas simultáneas a un Astro

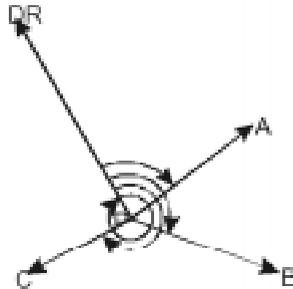
3.3 MEDICIÓN DE ÁNGULOS HORIZONTALES

- La medición de un ángulo horizontal resulta de visar sucesivamente dos direcciones en el sentido horario, leyendo en cada una la correspondiente graduación del limbo e invirtiendo luego la posición del anteojo se repite la operación en sentido antihorario (tránsito).

3.3.1 MÉTODO DE VUELTA DE HORIZONTE (V.H.)

Es empleado para medir varios ángulos desde una misma estación, utilizando una dirección, como referencia con la cual se hace coincidir el origen de lecturas angulares ($L_0 = 0^\circ$).

Visando sucesivamente las direcciones se efectuarán en el limbo las lecturas angulares correspondientes. La V.H. se debe cerrar sobre la dirección origen, para verificar que no se haya cometido una falta.



Vuelta de horizonte

3.3.2 LA REITERACIÓN

- Consiste en medir varias veces el ángulo a determinar, cambiando en cada oportunidad la orientación del limbo, de manera de utilizar todo el círculo.

Para realizar dos (2) reiteraciones se deberán tomar como orígenes 0° y 3200 ; para 4 reiteraciones los orígenes serán $0^\circ - 1600 - 3200 - 4800$. Para n reiteraciones el error del ángulo (ϵ_α) se calcula:

$$\left(\epsilon_\alpha = \frac{0,5\sqrt{n}}{n} \text{ }^\circ \right)$$

n = es el número de reiteraciones

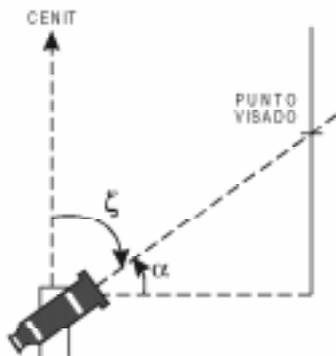
3.4 MEDICIÓN DE ÁNGULOS VERTICALES

- Al poner en estación el instrumento se verticaliza el eje principal resultando el origen del círculo vertical apuntado al cenit. Al visar un punto, a la

altura deseada, el ángulo leído es el ángulo cenital (ζ) debiendo por lo tanto, posteriormente calcular el ángulo de pendiente (φ)

$$\varphi = (1600 - \zeta) \text{ m}$$

- Con la finalidad de aumentar la precisión de lectura del ángulo, se realiza inversión del anteojo, resultando en las determinaciones angulares precisiones del mismo orden que para los ángulos horizontales.



Medición de ángulos verticales

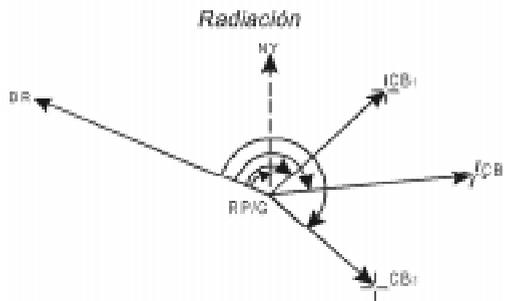
CAPÍTULO IV

PLANIMETRÍA

4.1 RADIACIÓN

4.1.1 GENERALIDADES

- La radiación es el procedimiento que permite situar uno o más puntos, respecto de un punto conocido y una Dirección de Referencia (DR) mediante sus coordenadas polares. Este procedimiento es adecuado para levantar topográficamente varios puntos próximos entre sí y respecto al punto estación.



4.1.2 TIPOS DE RADIACIÓN

- **Directa:** cuando estacionados en el punto conocido ubicamos el punto desconocido mediante un ángulo respecto de la DR y una distancia desde la estación.
- **Inversa:** Radiación realizada ocupando el punto desconocido, y midiendo su distancia respecto del punto conocido, y orientando el lado mediante la medición del Az. Magnético.

4.1.3 OPERACIONES DE CAMPO

Reconocimiento

- Previo a la ejecución de las tareas de medición, deben reconocerse las estaciones a ocupar, así como los puntos a visar, asegurándose de que sean intervisibles.

Medición

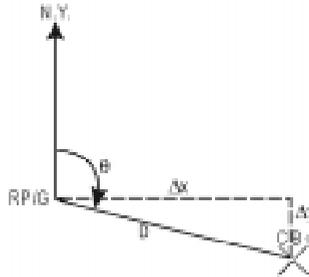
- Estacionando en el punto conocido, visaremos sucesivamente a la DR y los puntos desconocidos, determinando los ángulos que forman éstas direcciones entre sí y la distancia entre el punto de estación y el punto visado (D).

- El procedimiento de medición angular dependerá del instrumento empleado y de la precisión requerida.
- Las mediciones realizadas deberán ser debidamente registradas.

4.1.4 OPERACIONES DE GABINETE

Cálculo de Coordenadas

- El cálculo para realizar el transporte de coordenadas, será realizado por aplicación de las fórmulas siguientes, una vez obtenida la orientación (θ) de la dirección a calcular.



$$\Delta x = D \cdot \text{sen } \theta$$

$$\Delta y = D \cdot \text{cos } \theta$$

$$X_{CB1} = X_{RGP} + \Delta x$$

$$Y_{CB1} = Y_{RGP} + \Delta y$$

Cuadrantes

IV	I
θ	θ
$\Delta x (-)$	$\Delta x (+)$
$\Delta y (+)$	$\Delta y (+)$
III	II
θ	θ
$\Delta x (-)$	$\Delta x (+)$
$\Delta y (-)$	$\Delta y (-)$



Determinación de la θ de una dirección

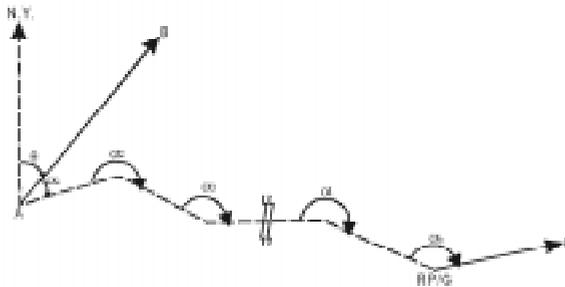
Control y Compensación

- Las coordenadas determinadas para cada punto, lo han sido en el sistema de la referencia de posición (RP) y DR empleadas.
- También deberá tenerse en cuenta que las coordenadas definidas por este método no tienen control y no se podrán compensar, por lo tanto se debe utilizar lo menos posible.

4.2 POLIGONACIÓN

4.2.1 GENERALIDADES

- La poligonal es una sucesión de segmentos de recta, relacionando dos a dos puntos llamados Estaciones de poligonal (Ep), y que mediante operaciones elementales permite el transporte de coordenadas.
- De los procedimientos topográficos es generalmente el que se emplea con más frecuencia debido a las ventajas que presenta en su ejecución, pues se adapta en general a casi todo terreno.
- Dado que el objeto de la poligonal es el de transportar coordenadas y orientaciones, debemos partir de un punto conocido y una dirección de orientación conocida.



Poligonal de Transporte de Ángulos

4.2.2 TIPO DE POLIGONAL

Poligonal Abierta

- Es aquella que tiene por extremo un punto desconocido. Normalmente sólo quedará abierta una poligonal en forma transitoria, hasta que se disponga de tiempo para cerrarla.

Poligonal Cerrada

- Su extremo es un punto conocido, pudiendo ser el mismo punto origen u otro punto diferente. En las operaciones de levantamiento topográfico del Grp. de A. de Campaña, generalmente la poligonal se cierra sobre el R.P.

4.2.3 OPERACIONES DE CAMPO

Reconocimiento

- Generalmente las estaciones de la poligonal son seleccionadas y reconocidas conjuntamente con la medición, procurándose que el número de las mismas sea el mínimo compatible con las características del terreno a transitar y el material empleado.
- Debemos tener en cuenta que los errores son proporcionales al número de estaciones y por lo tanto debe ser el mínimo posible, lo cual permite reducir el error final del transporte de ángulos.

Medición

- En cada estación de la poligonal se medirán el ángulo horizontal definido por la estación anterior y la siguiente, y el vertical o de pendiente de cada lado, así como las longitudes de los mismos. Igualmente se deben medir y registrar la altura de aparatos y miras para determinar desniveles.
- Los ángulos serán medidos en el sentido horario, desde la estación anterior (atrás) hacia la estación siguiente (adelante).
- Cuando las operaciones sean nocturnas, si bien los procedimientos no varían en su esencia, requieren de los ejecutantes y operadores una mayor experiencia y conocimiento del terreno, a fin de no incurrir en faltas o demorar la ejecución de las tareas.
- Las mediciones realizadas deberán ser debidamente registradas.

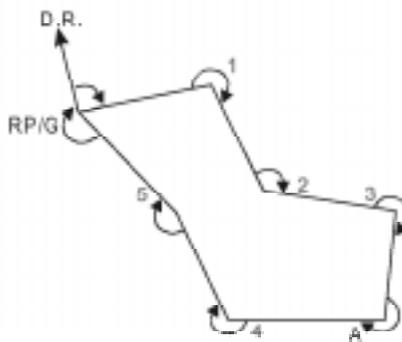
4.2.4 OPERACIONES DE GABINETE

Cálculo

- El cálculo de la poligonal puede iniciarse simultáneamente con las operaciones de campo, y en gabinete se hará una verificación de las mismas.

a. Cálculo del cierre angular

Si la poligonal cierra sobre el punto origen, o de partida, debemos comparar la sumatoria de ángulos medidos, con el valor teórico de la misma.



Poligonal

El Valor $\Sigma\alpha' = 3200 (n+2)$, siendo (n) el número de lados del polígono, y $\Sigma\alpha$ la sumatoria de los ángulos exteriores, si se hubieran medido los ángulos interiores, la fórmula se calcula $\Sigma\alpha' = 3200 (n-2)$.

$$E_{\alpha} = \Sigma\alpha - \Sigma\alpha'$$

Una vez determinado el valor del cierre angular (E_{α}), se verifica si el mismo es tolerable, para lo cual deberá determinarse la tolerancia según la fórmula:

$$\text{Tolerancia de cierre angular (T.C.A.)} = 3 \sqrt{2} \cdot \sqrt{n} \cdot E_d$$

Siendo \sqrt{n} = raíz del número de ángulos medidos.

E_d es el error probable que se comete al apuntar a una dirección en la determinación de la misma.

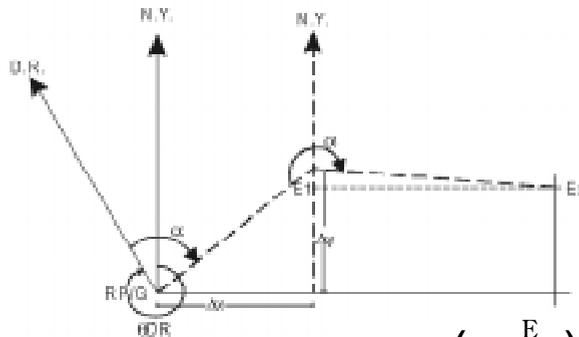
$$E_d = \pm 0,5 \text{ m} \text{ (para un ángulo simple)}$$

$$E_d = \pm 0,3 \text{ m} \text{ (para las dos posiciones del anteojo)}$$

Si el error no es tolerable deberá repetirse la operación, si lo es, se compensa

b. Compensación de ángulos

El error de cierre se compensa proporcionalmente al valor de cada ángulo.



$$\alpha_c = \alpha' \left(1 + \frac{E_{\alpha}}{\Sigma\alpha'} \right)$$

α_c = ángulo compensado

α' = ángulo medido

E_{α} = error de cierre angular

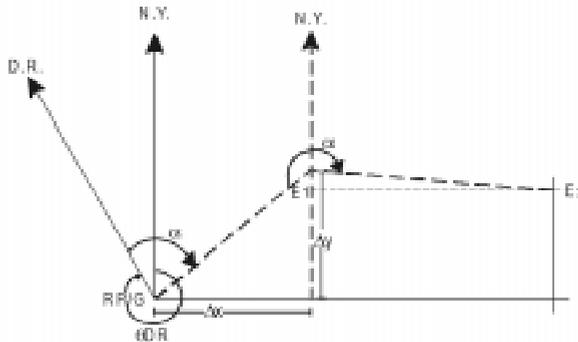
$\Sigma\alpha'$ = sumatoria de ángulos medidos

c. Transporte provisorio de coordenadas

Una vez obtenidos los valores angulares compensados, se realiza el transporte de coordenadas y orientaciones desde la referencia en posición (RP.) hasta el extremo de la poligonal, que puede ser el mismo punto origen.

El cálculo se realizará sobre cada uno de los lados, determinando el valor de los incrementos en las coordenadas (x,y,z)

La secuencia del cálculo es (P. Ej. Lado RP/G - E₁)



Cálculo de un lado de poligonal

1. Calcular la orientación del lado

- a. el primer lado de la poligonal ($\theta_{RP/G - E_1}$)

$$\theta_{RP/G - E_1} = \theta_{DR} + \alpha$$

si la suma es mayor a 360° se le resta 360°

- b. lados sucesivos de la poligonal

$$\theta_{E_1 - E_2} = \theta_{Anterior} + \alpha_1 \pm 360^\circ$$

si la suma de los ángulos es mayor a 360° se le resta 360° y

si la suma es menor a 360° se le suma 360°

- c. el valor de la orientación de un lado cualquiera se determina mediante:

$$\theta_L = \theta_{inicial} \pm (n - 1) 360^\circ + \sum \text{áng. leídos}$$

n = número de ángulos medidos

2. Calcular incrementos de coordenadas (Δx , Δy)

$$\Delta x = D_{(RP/G - E)} \cdot \text{sen } \theta$$

$$\Delta y = D_{(RP/G - E)} \cdot \text{cos } \theta$$

Normalmente estos incrementos se agrupan según su signo, de manera de obtener su sumatoria. ($\Sigma \Delta_x$, $\Sigma \Delta_y$).

3. Determinar las coordenadas planas de E.

$$X_E = X_{RP/G} + \Delta_x$$

$$Y_E = Y_{RP/G} + \Delta_y$$

Para determinar las coordenadas del extremo de la poligonal, se efectúa en el formulario correspondiente la sumatoria de incrementos ($\Sigma \Delta_x$, $\Sigma \Delta_y$), los cuales son adicionados a las coordenadas del origen de la misma.

4. Determinación del error de cierre de posición ($e_{x,y}$)

El error de cierre en posición, se determina mediante la diferencia de coordenadas correctas del punto, menos las coordenadas calculadas.

$$\varepsilon_x = X \text{ correcta} - X \text{ calculada}$$

$$\varepsilon_y = Y \text{ correcta} - Y \text{ calculada}$$

$$\varepsilon_{(x,y)} = \sqrt{(\varepsilon_x)^2 + (\varepsilon_y)^2} \leq 1 / 1000$$

La fórmula anterior expresa que el error relativo en posición, debe ser menor o igual a 1/1000 de la distancia medida, o sea que se admite como tolerable un error de 1m. por cada 1000m.

Por ejemplo: en una poligonal, se ha determinado que:

$$\varepsilon_x = 7\text{m}, \varepsilon_y = 5\text{m}$$

$$\varepsilon_{(x,y)} = \sqrt{49 + 25} = \sqrt{74} = 8,6 \text{ m}$$

$$\text{longitud medida} = 12.597\text{m} \therefore \varepsilon_{(x,y)} = \frac{8,6}{12597} = \frac{1}{1465} \gg 1/1400$$

(se redondea a la centena inmediata inferior).

5. Compensación de la Poligonal

- Las correcciones pueden ser aplicadas a las coordenadas o a los lados.
- Una vez calculado el error de cierre en posición, y estando éste en tolerancia se compensa esa diferencia, logrando así obtener coordenadas ajustadas de cada estación de poligonal.

- Por lo tanto, el incremento corregido correspondiente a un lado se calculará según las siguientes fórmulas:

$$\Delta x_c, \Delta y_c = \text{incremento corregido en (x) (y)}$$

$$\Delta x, \Delta y = \text{incremento calculado}$$

$$\varepsilon_{x(y)} = \text{diferencia en abscisa (ordenada) (real - calculada)}$$

$$\Delta x_c = \Delta x \cdot \left(1 + \frac{\varepsilon_x}{\sum \Delta x}\right)$$

$$\Delta y_c = \Delta y \cdot \left(1 + \frac{\varepsilon_y}{\sum \Delta y}\right)$$

- Una vez realizada la corrección en los incrementos Δx y Δy de cada punto levantado mediante la poligonal, se obtienen sus coordenadas corregidas.
- Si no interesara corregir sino un punto de la poligonal puede emplearse la corrección al lado, según la fórmula siguiente:

$$l_{ic} = l_i \left(1 + \frac{\varepsilon_{(x,y)}}{\sum l_i}\right)$$

l_{ic} = lado corregido

l_i = lado medido

$\varepsilon_{(x,y)}$ = error lineal de la poligonal

$\sum l_i$ = Sumatoria de lados hasta el N^{ésimo}.

6. Análisis de errores en la Poligonal

- En los numerales anteriores hemos establecido que las poligonales deben tener errores tolerables para poder compensarlos. En la compensación suponemos que los errores son sistemáticos, y en función directa de la magnitud medida.
- Pero en caso de que los controles nos indiquen que los errores no son tolerables, deberán analizarse los registros de medición para determinar si es posible localizar donde se cometió el error, para remedir estrictamente aquello que es necesario.
- El análisis se basa fundamentalmente en el empleo de toda aquella información y documentos gráficos, que puedan aportar elementos de juicio (cartas, fotocartas o fotos aéreas).

Si una poligonal está en tolerancia respecto del cierre angular, y no así en posición (x, y), seguramente el error en longitud deberá encontrarse en aquel (aquellos) lado(s) sensiblemente paralelo a la dirección del error longitudinal ($\varepsilon_{(x,y)}$).

Deberán revisarse los cálculos en primera instancia y luego si fuera necesario remedir él o los lados en los cuales se supone localizado el error.

- El análisis y localización de errores se basan en el conocimiento teórico profundo de las técnicas operatorias, de los instrumentos y accesorios empleados, así como de la experiencia del Personal.

4.3 INTERSECCIÓN

4.3.1 GENERALIDADES

- La intersección es el procedimiento adecuado para levantar puntos inaccesibles, estacionado en puntos conocidos.

Este procedimiento es el más empleado en la ubicación de puntos críticos de la zona de blancos, particularmente en acciones ofensivas.

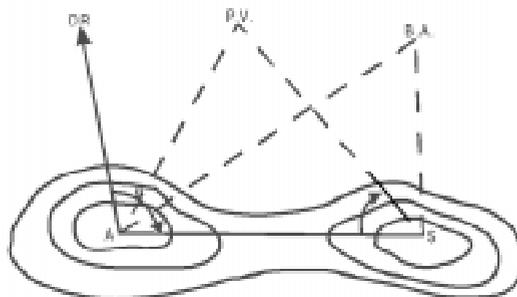
4.3.2 OPERACIONES DE CAMPO

Reconocimiento

- Teniendo en cuenta que este método es empleado para determinar puntos inaccesibles el reconocimiento debe asegurar que el elemento a «visar» sea correctamente identificado desde las estaciones a ocupar.

Medición

- Ocupadas las estaciones A y S (caso de la zona de blancos), se visan sucesivamente la D.R. y las direcciones a los puntos a ubicar, registrando en el formulario correspondiente las lecturas angulares, horizontales y de pendiente, así como las alturas instrumental y del punto visado. Normalmente se dispondrá de un punto conocido (A) y una dirección de θ conocida ()
- Las mediciones realizadas deberán ser debidamente registradas.



Intersecciones

4.3.3 OPERACIONES DE GABINETE

Cálculo

- Para determinar cada punto se resuelve el triángulo formado por los extremos de base y el punto considerado.
- En primer término se calcula el ángulo al vértice, mediante la relación:

$$P.V. = 3200 - (A + S) \text{ m}$$

Nota:

Los valores de los senos de los ángulos próximo a 0 m y 3200 m presentan variaciones importantes para una alteración angular muy pequeña.

En consecuencia, un pequeño error en el valor de un ángulo causará en el valor del seno un error que repercutirá en el cálculo de la longitud del lado opuesto del referido ángulo.

Por este motivo, los valores sugeridos para la triangulación e intersección son los siguientes:

Mayores a 400 m y menores a 2800 m

En la base AS puede admitirse para la intersección un ángulo de 150 m o mayores opuestos a la misma.

- Seguidamente se calcula la **orientación de cada lado**, incluyendo la base, según el procedimiento ya conocido:

$$\theta_{\overline{AS}} = \theta_{\overline{DR}} + \widehat{DR \cdot AS}$$

$$\theta_{\overline{S-PV}} = \theta_{\overline{AS}} + \widehat{A.S.PV}$$

- Una vez obtenidas las orientaciones, puede realizarse el transporte de coordenadas a cada punto, mediante la resolución de las fórmulas siguientes:

$$X_{PV} = X_A + \overline{AS} \cdot \frac{\widehat{\text{sen } S}}{\widehat{\text{sen } P.V.}} \cdot \widehat{\text{sen } \theta_{\overline{A-P.V.}}}$$

$$X_{PV} = X_S + \overline{AS} \cdot \frac{\widehat{\text{sen } A}}{\widehat{\text{sen } P.V.}} \cdot \widehat{\text{sen } \theta_{\overline{S-P.V.}}}$$

$$Y_{PV} = Y_A + \overline{AS} \cdot \frac{\widehat{\text{sen } S}}{\widehat{\text{sen } P.V.}} \cdot \widehat{\text{cos } \theta_{\overline{A-P.V.}}}$$

$$Y_{PV} = Y_S + \overline{AS} \cdot \frac{\widehat{\text{sen } A}}{\widehat{\text{sen } P.V.}} \cdot \widehat{\text{cos } \theta_{\overline{S-P.V.}}}$$

- La verificación se hará mediante una segunda base, repitiendo el procedimiento.

Pasaje a la P.T.

- Una vez calculadas las coordenadas de los puntos levantados, se graficarán los mismos en la P.T.

4.4 INTERSECCIÓN INVERSA

4.4.1 GENERALIDADES

Este procedimiento es adecuado para definir las coordenadas de un punto, midiendo los ángulos a puntos de coordenadas conocidas. La definición del norte de cuadrícula es el elemento más importante en este procedimiento.

4.4.2 OPERACIÓN DE CAMPO

Reconocimiento

- Teniendo en cuenta el método empleado se debe de reconocer por lo menos dos puntos de coordenadas conocidas y asegurar sus visaciones a éstos.

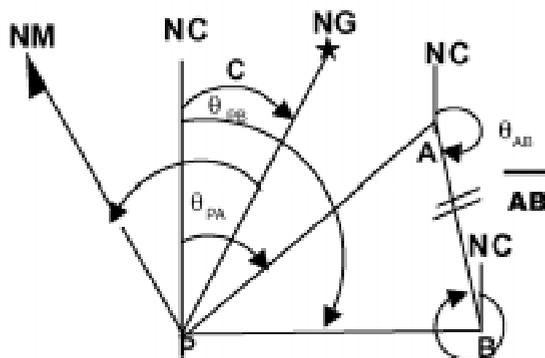
Medición

- Ocupada la estación a definir P, se debe de determinar en principio la dirección origen (NM o NG) y realizar las lecturas angulares (Az. Geo. o Az.Mg.) a los puntos conocidos (A y B).

4.4.3. OPERACIONES DE GABINETE

- *Cálculo de Coordenadas:*

- Para determinar el punto se resuelve de la siguiente manera:
- Transformar los azimuts (Az.) a orientaciones (θ) aplicando la convergencia de meridianos (C) y la declinación magnética correspondiente (δ).



- En primer término se calcula el ángulo P por diferencia de θ

$$\hat{P} = \theta_{PB} - \theta_{PA}$$

- Posteriormente se calculan los ángulos A y B de la siguiente manera:

$$\hat{A} = \theta_{PA} + 3200 - \theta_{AB} \quad \text{o también} \quad \hat{A} = \theta_{AP} - \theta_{AB}$$

$$\hat{B} = 3200 - (\hat{P} + \hat{A}) \quad \text{o también} \quad \hat{B} = \theta_{BA} - \theta_{BP}$$

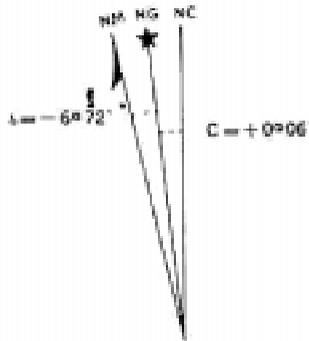
La θ_{AB} se define por diferencia de coordenadas.

- Luego aplicando el teorema de Seno y el transporte de coordenadas correspondientes (como ya fue explicada), se definen las coordenadas del punto P.
- *Cálculo de orientaciones*

Para transformar los azimuts (Az.) a Orientaciones (θ) aplicando la convergencia de meridianos (C) y/o la declinación magnética (δ) según corresponda, el procedimiento se realiza de la siguiente forma:

Acorde al diagrama de declinación que se encuentra en la información marginal de las hojas del Plan Cartográfico Nacional, se obtienen los siguientes datos:

EJEMPLO A:



Valores para el centro de la hoja a 1982.0. Variación anual $0^{\circ}16'$ al W.

- Dada la ubicación de la carta, con respecto al meridiano de contacto, el N.C. puede encontrarse al W ó E del N.G.
- En el ejemplo A se encuentra al E, entonces el ángulo de la

$$Dd = 6.400 - (\delta + C)$$

- Variación anual del N.M. para Enero 1982 (1982.0) = $0^{\circ} 16'$ al W
- Para Enero 2004 (2004.0) = $0^{\circ} 16' \times 22 = 3^{\circ} 52'$ al W

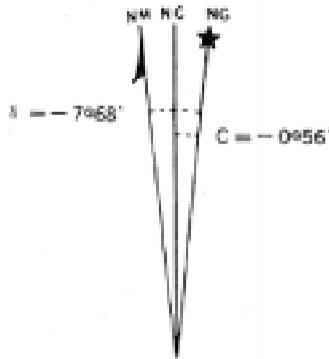
Variación total: $\delta = 6^{\circ} 72' + 3^{\circ} 52' = 10^{\circ} 24'$

Valor $\delta = 10^{\circ} 24'$ (2004.0)

$$\begin{aligned}
 Dd &= 6.400 - (+C) && 10^{\circ} 30' \text{ --- } 1.030' \\
 &= 6.400 - (10^{\circ} 24' + 0^{\circ} 06') && 40.000 \text{ --- } 6400 \\
 &= 6.400 - (10^{\circ} 30') && 1.030 \text{ --- } x = 164,8 \text{ m} \\
 &= 6400 - 164,8 = 6235,2
 \end{aligned}$$

Dd = 6.235,20 m

EJEMPLO B:



Valores para el centro de la hoja a 1982.0
Variación anual $0^{\circ} 16'$ al W.

En este ejemplo B, el N.C. se encuentra al W del N.G., entonces el ángulo de la

$Dd = 6400 - (\delta - C)$

El cálculo correspondiente se realizaría de esta forma:

Variación anual del N.M. para Enero 1982 (1982.00) = $0^{\circ} 16'$ al W .

Para Enero 2004 (2004.0) = $0^{\circ} 16' \times 22 = 3^{\circ} 52'$ al W.

$$\delta = 7^{\circ} 68' + 3^{\circ} 52' = 11^{\circ} 20'$$

Valor $\delta = 11^{\circ} 20'$ (2004.0)

$$\begin{aligned}
 Dd &= 6400 - (\delta - C) & 10^{\text{G}} 64' & \text{_____} & 1064' \\
 &= 6400 - (11^{\text{G}} 20' - 0^{\text{G}} 56') & 40.000 & \text{_____} & 6400 \\
 &= 6400 - (10^{\text{G}} 64') & 1.064 & \text{_____} & x = 170,24 \text{ m} \\
 &= 6400 - 170,24
 \end{aligned}$$

$Dd = 6.229,76 \text{ m}$

Acorde al azimut que se posea, se aplicara la División de declinación (Dd) si es con origen en el N.M. ó la Convergencia de meridianos (C) si es con origen en el N.G; para determinar Orientaciones desde el N.C..

4.5 TRIANGULACIÓN

4.5.1 GENERALIDADES.

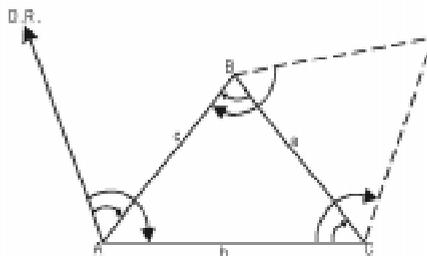
- Es uno de los procedimientos empleados para la extensión del control topográfico, cuando el terreno no presenta dificultades para establecer una malla de puntos intervisibles, y que puedan ser ocupados para efectuar la medición angular.
- Procedimiento muy adecuado para extender el control a grandes distancias, partiendo de un punto conocido (A), de un lado conocido (AB) y midiendo ángulos solamente.
- La combinación de triángulos nos permite la medición de cadenas de triángulos simples o de cuadriláteros.

4.5.2 OPERACIONES DE CAMPO

Reconocimiento

- El reconocimiento se iniciará en la carta o foto aérea, en la cual se determinan las ubicaciones más adecuadas para lograr triángulos con una adecuada configuración (el triángulo ideal es el equilátero).

Ya en el terreno, deberá verificarse la intervisibilidad entre estaciones así como sus facilidades de ocupación con el instrumental.



Triangulación

Medición

- Ocupada cada estación, se visarán sucesivamente, los puntos que se hayan establecido en el reconocimiento; determinando los valores angulares en cada vértice de figura.
- Según el instrumento y precisión requeridos, será el método de medición angular empleado.
- Cuando se disponga de un solo punto conocido (R.P) y una D.R, deberá medirse una base (distancia).
- Las mediciones realizadas deberán ser debidamente registradas.

4.5.3 OPERACIONES DE GABINETE

Compensación del Triángulo

- Finalizadas las mediciones de campo, y una vez verificados los registros, se realiza la sumatoria de los ángulos leídos del triángulo ($\Sigma \alpha' = A' + B' + C'$) para comprobar si el cierre angular es tolerable. Para ello se debe verificar que la sumatoria de ángulos leídos ($\Sigma \alpha'$) difiera con el valor teórico ($3200''$) una cantidad menor o igual a la tolerancia de cierre angular.

$$\varepsilon_{\alpha} = (3200 - \Sigma \alpha')'' \leq \text{Tolerancia de cierre angular}$$

Si el error de cierre está en tolerancia, se compensan los ángulos medidos para que su sumatoria sea $3200''$.

$$\hat{A} = A' + 1/3 \varepsilon_{\alpha}$$

\hat{A} = ángulo compensado

A' = ángulo medido

ε_{α} = Error de cierre angular

Cálculo

- Una vez obtenidos los valores angulares compensados, se procede al cálculo que permite el transporte de coordenadas y orientación.

$$\frac{a}{\text{Sen } \hat{A}} = \frac{b}{\text{Sen } \hat{B}} = \frac{c}{\text{Sen } \hat{C}}$$

$$a = b \frac{\text{sen } \hat{A}}{\text{sen } \hat{B}} = c \frac{\text{sen } \hat{A}}{\text{sen } \hat{C}} = \overline{BC}$$

$$b = a \frac{\widehat{\text{sen B}}}{\widehat{\text{sen A}}} = c \frac{\widehat{\text{sen B}}}{\widehat{\text{sen C}}} = \overline{AC}$$

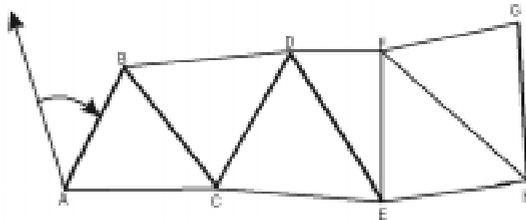
$$c = b \frac{\widehat{\text{sen C}}}{\widehat{\text{sen B}}} = a \frac{\widehat{\text{sen C}}}{\widehat{\text{sen A}}} = \overline{AB}$$

El triángulo se resuelve aplicando el teorema de los Senos:

$$\Delta x_{(A-B)} = \overline{AB} \cdot \widehat{\text{sen } \theta} \overline{AB} = b \frac{\widehat{\text{sen C}}}{\widehat{\text{sen B}}} \cdot \widehat{\text{sen } \theta} \overline{AB}$$

$$\Delta y_{(A-B)} = \overline{AB} \cdot \widehat{\text{cos } \theta} \overline{AB} = b \frac{\widehat{\text{sen C}}}{\widehat{\text{sen B}}} \cdot \widehat{\text{cos } \theta} \overline{AB}$$

- Debemos determinar: (conocidos A, θ_{DR} y AC)



- Con la aplicación de igual criterio se resuelve una cadena de triángulos simples.

Cadena de triángulos.

CAPÍTULO V

ALTIMETRÍA

5.1 GENERALIDADES

- Las operaciones altimétricas tienen por finalidad determinar la Cota de cada punto, de manera de poder calcular el ángulo de sitio de las Piezas respecto de los blancos, se agrupan bajo la denominación de nivelación.

5.2 NIVELACIÓN TRIGONOMÉTRICA

5.2.1 GENERALIDADES

- Consiste en la determinación de la diferencia de alturas entre dos puntos, mediante la medición del ángulo de pendiente y la distancia horizontal o reducida e inclinada o natural, entre la estación y el punto visado.

En función de los requerimientos y del equipo de que dispone el Grp. de A. de Campaña este es el método normalmente empleado en el transporte de cotas, asociado a los procedimientos topográficos planimétricos (radiación, poligonación, etc.).

5.2.2 OPERACIONES DE CAMPO

- Tienen las características de la operación planimétrica a la cual se asocia este método de nivelación.
- En cuanto a la medición, la misma se realiza conjuntamente con las determinaciones horizontales, se miden los ángulos de pendientes de cada punto visado así como la altura del punto y la altura del instrumento.

5.2.3 OPERACIONES DE GABINETE

Cálculo

- Una vez calculada la distancia horizontal compensada del lado, y habiendo medido el ángulo de pendiente definido por el instrumento, y un punto de mira de altura (H_m) determinada, se procede al cálculo del desnivel.
- Para el cálculo de los desniveles deberá obtenerse la distancia reducida por algún procedimiento, a fin de aplicar la fórmula:

$$dn = D \cdot \operatorname{tg} \varphi + (H_a - H_m)$$

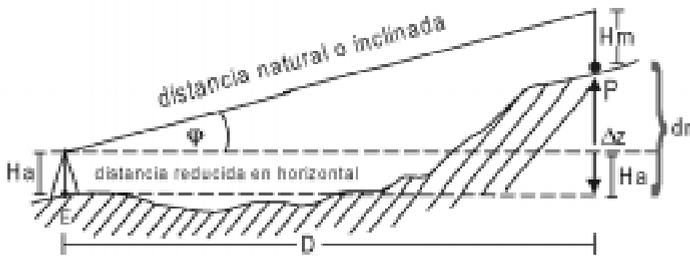
- dn = desnivel
- D = distancia reducida u horizontal
- φ = ángulo de pendiente
- Ha = altura de aparato
- Hm = altura de mira (punto visado)

Cuando la distancia es la natural o inclinada se usa:

$$dn = D \cdot \text{sen } \varphi + (H_a - H_m)$$

Una vez calculado el desnivel (dn), la cota del punto P, se determina:

$$Z_p = Z_E \pm dn$$

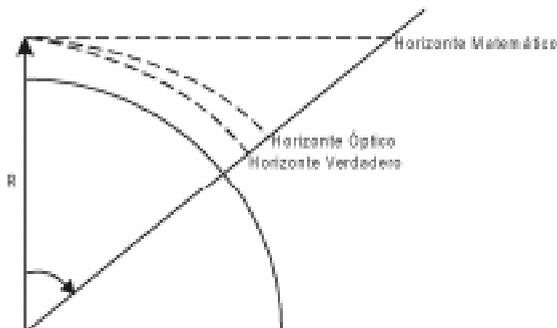


Nivelación Trigonométrica

- Cuando la longitud del lado exceda de 1 km, debe considerarse la influencia de la curvatura terrestre y refracción atmosférica, empleando para ello la fórmula:

$$dn = D \cdot \text{tg } \varphi + (H_a - H_m) + q \cdot Dk^2$$

- q = coeficiente de esfericidad y refracción (puede emplearse 0,07 como valor aproximado).
- Dk^2 = distancia expresada en kilómetros elevada al cuadrado.



Efecto de curvatura y refracción.

Compensación

- Efectuado el transporte de cotas, si se cierra sobre un punto conocido como ocurre normalmente, podrá determinarse el error de cierre en Cota, resultante de la diferencia entre la Cota del punto y la calculada.

$$\varepsilon_z = Z - Z'$$

- Este error de cierre debe compararse con la tolerancia altimétrica (Tol.z = 2 m), para poder compensarse el mismo debe ser menor, o repetir la operación si el cierre no es tolerable.
- Teniendo en cuenta que el error es función de la distancia nivelada, la compensación en cada punto se realiza también respecto de la distancia.

Δz_c = incremento de cota corregido.

Δz = incremento calculado.

ε_z = diferencia en cota (real - calculada).

Σl = Sumatoria de lados.

CAPÍTULO VI

TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS

6.1 GENERALIDADES

- Con la finalidad de poder concentrar el fuego de los medios de A, todas las UU. deben ubicarse y orientarse de ser posible respecto de un sistema topográfico común. Este sistema puede corresponderse con la Red del Escalón Superior, o podrá basarse en determinaciones arbitrarias.

6.2 CONTROL TOPOGRÁFICO

- El sistema Topográfico común de una zona, será el establecido por el Escalón Superior de Artillería que opere en la misma.
Todos los Escalones de A. establecen control, la Ba. para ello deberá ser reforzada con medios de Topografía del Grupo.
- Debido a que las operaciones topográficas se inician con una cierta simultaneidad en todos los escalones involucrados, se establecerá generalmente una Referencia de Posición con coordenadas arbitrarias cuando ello fuera necesario. Sin embargo tan pronto como sea posible, deberán efectuarse las transformaciones necesarias para integrarse al sistema común.
- La responsabilidad de establecer el control topográfico será siempre del Escalón Superior, la obligación de transformar las coordenadas cuando sea necesario, es del Escalón Subordinado.

6.3 PUNTOS Y DIRECCIONES DE REFERENCIA (PP.RR. Y DD.RR)

Los puntos y direcciones de referencia empleados por la A. de campaña serán determinados según las posibilidades que se indican a continuación.

6.3.1 EMPLEO DE UNA DIRECCIÓN DE REFERENCIA CORRECTA (CONOCIDA)

- Una D.R. puede determinarse mediante el cálculo de su orientación (θ) cuando se conocen las coordenadas, dos o más puntos, o mediante la determinación del norte geográfico (en este caso deberá aplicarse el ángulo de convergencia de meridianos).

6.3.2 EMPLEO DE UN PUNTO DE REFERENCIA DE COORDENADAS ARBITRIAS, Y UNA D.R. CONOCIDA

Siempre que sea posible se deberá emplear el ángulo de dirección conocida, pues ello simplifica las operaciones de cálculo necesarias para integrarse al sistema Topográfico del Escalón Superior, lo que hace necesario que éste deba utilizar una D.R. conocida. En ese caso la variación de coordenadas sera constante para todos los puntos, y su corrección se realizará mediante simples traslaciones.

- Siempre que sea necesario el empleo de coordenadas arbitrarias, se tratará que los valores asignados sean tan próximos como sea posible a los correctos. Para ello pueden emplearse los documentos fotográficos, foto-cartográficos o cartográficos disponibles, o definidas arbitrariamente por ejemplo R.P. (10.000 - 10.000 - 100)

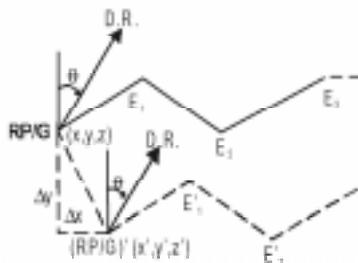
6.3.3 EMPLEO DE UN PUNTO DE REFERENCIA Y UNA D. R. ARBITRARIOS

- Para determinar las coordenadas arbitrarias se actuará con el criterio ya señalado precedentemente. La D. R. será orientada por medición sobre la carta identificando en ella los puntos que jalonan la misma o definida arbitrariamente como por ejemplo DR = 0

6.4 CAMBIO DE SISTEMA (CAMBIO DE TRAMA)

6.4.1 TRASLACIÓN DE EJES

Cuando el Escalón Superior, o la U. considerada inician sus trabajos con una orientación correcta, pero se establecen coordenadas (x, y, z) arbitrarias, deberán efectuarse las traslaciones que correspondan. Para ello en el punto de referencia se calculan las diferencias de coordenadas, determinando el valor de la corrección a aplicarse.



- RP' - con coordenadas arbitrarias x', y' .
- $E'_1 \dots E'_n$ - Estaciones con coordenadas planas arbitrarias.
- RP. definido mediante coordenadas definitivas (x, y).
- $E_1, \dots E_n$ - Estaciones ubicadas según sus coordenadas definitivas.

$$\Delta x = x_{RP/G} - x'_{RP/G} \quad \Delta y = y_{RP/G} - y'_{RPG} \quad \Delta z = z_{RPG} - z'_{RPG}$$

$$Cx = \pm \Delta x \quad Cy = \pm \Delta y \quad Cz = \pm \Delta z$$

- (x', y', z') = Coordenadas arbitrarias.
 (x, y, z) = Coordenadas correctas provistas por Esc. Sup.
 (Δx, Δy, Δz) = Diferencia de coordenadas.
 (±Cx, ±Cy, ±Cz) = Correcciones por traslación del eje

6.4.2 GIRO DE CUADRÍCULA (X, Y)

Si la U. considerada apoya sus operaciones en una P.R. con las coordenadas correctas, pero utilizando una orientación arbitraria, una vez conocida la orientación correcta, se determinarán las correcciones a introducir en ángulos y coordenadas.

1o. Se determina:

$$\alpha\theta = \theta_{DR} - \theta'_{DR} \quad \theta_{DR} = \text{escalón superior}$$

$$\theta'_{DR} = \text{arbitraria}$$

este valor $\alpha\theta$ es la corrección a introducir.

2o. Se calculan las nuevas coordenadas una vez aplicada la corrección de orientación $\alpha\theta$ a las orientaciones correspondientes a cada lado que hubiera sido determinado topográficamente.

Cuando interese solamente determinar las correcciones a introducir en las coordenadas de un punto cualquiera, podrán aplicarse las correcciones al segmento determinado por el P.R. y el punto que se desea corregir en posición.

Por ejemplo:

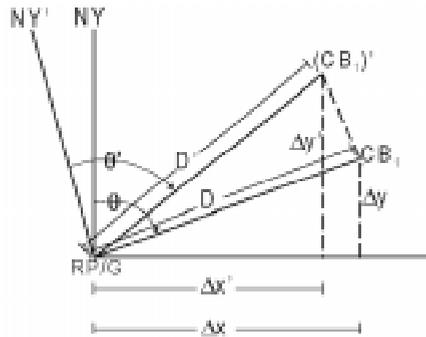
- Considerando el RP/G y el CB1, para determinar las coordenadas correctas de éste último se procede así:

1o. Se determina la nueva orientación del lado RP/G-CB1

2o. Conocido el valor del lado, se calcula los nuevos valores de incremento en coordenadas planas (x, y), o sea:

$$\Delta x = (RP/G - CB1) \cdot \text{sen } \theta$$

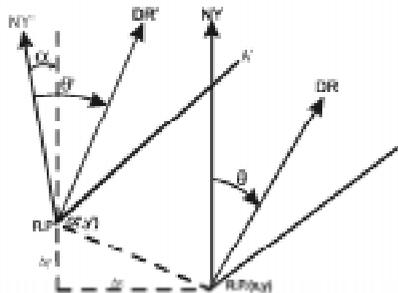
$$\Delta y = (RP/G - CB1) \cdot \text{cos } \theta$$



Giro de cuadrícula

6.4.3 TRASLACIÓN Y GIROS DE CUADRÍCULAS.

- Cuando las operaciones topográficas sean iniciadas con **referencia de posición y orientación arbitraria**, para obtener los elementos correctos deberá realizarse una transformación total del sistema, resultando de un giro y una traslación.



Traslación y giro del sistema de coordenadas

- x', y', z' - Coord. arbit.
- θ' - Orient. arbit.
- x, y, z - Coord. correct.
- θ - Orient. correct.

- Esta transformación se realiza, aplicando a los datos obtenidos en forma arbitraria las siguientes correcciones.

$$X_A = X_{RP/G} + \Delta y' \operatorname{sen} \alpha + \Delta x' \operatorname{cos} \alpha$$

$$Y_A = Y_{RP/G} + \Delta y' \operatorname{cos} \alpha - \Delta x' \operatorname{sen} \alpha$$

$X_{RP/G} - Y_{RP/G}$ – Correspondiente al escalón superior

α - diferencia de orientaciones

$\Delta x', \Delta y'$ = Diferencia en coordenadas arbitrarias

$$\Delta x' = X_{RP/G'} - X_{A'}$$

$$\Delta y' = Y_{RP/G'} - Y_{A'}$$

$X_{RP/G'}, Y_{RP/G'}$ = Coordenadas arbitrarias de RP/G

$X_{A'}, Y_{A'}$ = Coordenadas arbitrarias del punto

X_A, Y_A = Coordenadas correctas del punto

NOTA: En los grupos de A. de campaña, se admiten como diferencias tolerables entre el sistema del Escalón Superior y el propio:

± 2 en dirección (orientación)

± 10 m en $\Delta x, \Delta y$

± 2 m en Δz

6.5 TRASLACIÓN Y GIRO DE CUADRÍCULA POR PROCEDIMIENTOS GRÁFICOS

- El procedimiento de cálculo analítico puede requerir una cierta disponibilidad de tiempo, excepto en los casos en que utilicemos medios de cálculo electrónico.
- En caso de no disponerse de tiempo, puede utilizarse un procedimiento gráfico para realizar la traslación y giro de la cuadrícula, con la única finalidad de equipar la plancheta de tiro (P.T.).
- **Procedimiento Gráfico**
 - 1º Sobre un calco cuadrículado, preferiblemente estable, se ubican todos los puntos que fueran determinados por el levantamiento topográfico, mediante las coordenadas planas (x', y') arbitrarias, así como la Referencia en Posición (R.P.) y la Dirección de Referencia (D.R.).
 - 2º Sobre una plancheta, y mediante sus coordenadas planas correctas (x, y), se ubica la Referencia de Posición, así como la D.R. con su orientación correcta (θ_{DR}) (La D.R. se materializa mediante una semirrecta).
 - 3º Se superpone el calco a la P.T., haciendo coincidir la Referencia en Posición de éste, sobre su homólogo en la P.T. Se fija mediante un

alfiler en el punto de Referencia en Posición, y se gira hasta que coincida la D.R. del calco con su homólogo en la plancheta. Se fija entonces el calco sobre la plancheta.

- 4º Se trasladan todos los puntos ubicados en el calco hacia la plancheta mediante una aguja, con la cual se perfora en la posición de cada uno de ellos.
- 5º Si la plancheta fuera una carta o fotocarta con información altimétrica, una vez obtenidas las posiciones planimétricas correctas, se determinan las cotas de cada uno de los puntos críticos así determinados.

CAPÍTULO VII

ORGANIZACIÓN TOPOGRÁFICA

7.1 REFERENCIAS DE POSICIÓN EN LOS DISTINTOS ESCALONES

Al punto de control se le denomina R.P. y de acuerdo al Escalón considerado se le llama:

- En el Grupo de Artillería (Grp.A)
Referencia de Posición de Grupo (R.P./G.)
- En el Agrupamiento de Artillería (Agrp. A)
Referencia de Posición del Agrp. A (R.P./Agrp. A)
- En la Artillería Divisionaria (A.D.)
Referencia de Posición de Artillería Divisionaria (R.P./A.D.)
- En la Artillería de Ejército (A.E.)
Referencia de Posición de Artillería de Ejército (R.P./A.E.)

Ese control puede ser recibido bajo la forma de:

- Puntos levantados por el Escalón Superior.
- Listas de coordenadas de puntos levantados topográficamente

7.1.1 ATRIBUCIONES DE LOS DIFERENTES ESCALONES.

7.1.1.1 Unidades de A.de E.

Estas UU. coordinan las operaciones topográficas de los Escalones Subordinados. Para facilitar esta coordinación establecen el Centro de Informaciones Topográficas de E. (C.I.T.E.) en cuyos archivos deberán figurar todos los puntos de control topográfico existentes en la Z.A. de E. en campaña.

Realiza además, las operaciones topográficas necesarias a las determinaciones de las coordenadas de:

- R.P./ A.E.
- R.P./AA.DD. y Agrps. A.
- Puestos de localización por el fognazo y el sonido.
- Posición del Radar contra Batería.

- Estaciones de declinación (E.D.) si fuera el caso.
- Altura del Puesto Meteorológico, cuando no existan cartas de la Región de Operaciones.

7.1.1.2 **A.D. o Agrupamiento de A.**

El Oficial de Topografía de la A.D. o del Agrupamiento de A. coordina y supervisa las operaciones topográficas de las UU. de A. asignadas a las mismas.

El Equipo topográfico de la A.D. o Agrupamiento de A. realiza las operaciones topográficas para determinar:

- R.P. para las UU. asignadas a la A.D., Agrupamiento de A. o Baterías aisladas, en todos los casos (coordinadas plani -altimétricas y D.R.)

Si fuera del caso:

- P.O./A.D. (cuando fuera solicitado) o P.O./Agrp. A.
- P. Ra. (orgánico o a disposición de la A.D.).
- BB.AA. (para uso propio).
- E.D. (las necesarias).
- Altura del Puesto Meteorológico, cuando no existan cartas en la Región de Operaciones.

La A.D. puede ser reforzada con Personal de Topografía del Escalón Superior o de los Grps. de la A.D. (generalmente los que tienen la Misión de A.C.) o puede incluso reforzar a la A.E.

7.1.1.3 **Grupos de Artillería (o Baterías aisladas)**

La finalidad de los trabajos topográficos en el Grp. es determinar las coordenadas (planialtimétricas) de los puntos necesarios al desencadenamiento preciso del tiro así como las DD.RR. necesarias a la orientación inicial de los instrumentos.

El Oficial de Reconocimiento y Topografía (O.R.T.) del Grupo es el que planifica, coordina y dirige las operaciones topográficas del Grp. (o de la Ba. aislada).

Los equipos topográficos del Grp. (Ba. Cdo.) y de las Bas. (Ba. Obuses) ejecutan las operaciones topográficas necesarias.

El control inicial del Lev. Top. en el Grp. parte de:

- R.P./G.
- D.R.

Este control puede ser proporcionado al Grp. por el Escalón Superior o determinado por el O.R.T. del Grp. cuando éste actúa aisladamente. A tales efectos se puede adoptar un control convencional, observando las siguientes prioridades:

- Lista de coordenadas.
- Coordenadas plani-altimétricas convencionales y una D.R. determinada por acimut geográfico o magnético.
- Coordenadas plani-altimétricas arbitrarias y una D.R. determinada por acimut geográfico, magnético o arbitrariamente.

7.2 **ORGANIZACIÓN TOPOGRÁFICA EN EL GRUPO DE A. DE CAMPAÑA**

7.2.1 **PERSONAL, INSTRUMENTOS Y ACCESORIOS.**

El Personal, Instrumentos y Accesorios necesarios para realizar los trabajos topográficos en el Grp.A. se encuentran establecidos en las T.O.E. correspondientes.

Se define como Instrumentos aquellos equipos con los que se efectúan las mediciones y los Accesorios comprenden los elementos auxiliares para la ejecución de las mediciones, anotaciones, cálculos y remisión de los datos topográficos.

7.2.2 **FUNCIONES DEL OFICIAL DE RECONOCIMIENTO Y TOPOGRAFÍA (O.R.T.)**

7.2.2.1 **Generales**

El O.R.T. del Grp. es el Jefe de la Sección Localización de Objetivos de la Batería de Comando y Servicios y tiene como funciones generales:

- Realizar el Reconocimiento y Levantamiento Topográfico del Grp. proporcionando los datos para la P.T.
- Comandar la Sección de Localización de Objetivos, incluyendo lo concerniente al empleo del Radar, si fuera del caso.

Para el cumplimiento de tales funciones realiza las siguientes tareas:

- Se enlaza con el Jefe del Grp., S-3 y S-2 particularmente y con los Oficiales con misiones similares a la suya de los Comandos Superiores y de UU. adyacentes.
- Acompaña al Jefe del Grp. en el reconocimiento de Posiciones y normalmente recibe directamente de él las instrucciones para los Reconocimientos y Levantamientos Topográficos.

- Recibe directamente del S-3 instrucciones con respecto a los datos necesarios para la P.T., necesidades de reconocimiento de probables itinerarios y zonas de posiciones futuras.
- Provee al S-2 información referente al terreno, zonas disponibles para PP.OO., ubicación de blancos y actualización de Cartas.
- Coopera con la U. apoyada en la determinación de la ubicación precisa de la línea de contacto (L.C.)
- Coopera con los Oficiales de Topografía de otras UU. intercambiando informes y datos.
- Permanece en condiciones de hacer reconocimientos de posiciones futuras.

7.2.2.2 **Específicas.**

Se entienden como Funciones Específicas aquellas que cumple en tareas topográficas y que son:

- Auxiliar al Jefe del Grp. en la preparación del Plan de Levantamiento Topográfico (Plan Lev. Top.).
- En la zona general designada por el S-3 determinar los Blancos y los BB.AA.
- Obtener el Control Topográfico del Escalón Superior de A.
- Ejecutar el Plan Lev. Top.
- Conducir los reconocimientos de:
 - Itinerarios
 - Zonas de posiciones.
 - Zonas de PP.OO.
- Planificar, organizar y dirigir la instrucción del Personal de su Sección.
- Recomendar la organización, equipo, medio de transporte y empleo de los equipos topográficos que se deban formar dentro de la U.

7.3 **ORGANIZACIÓN TOPOGRÁFICA EN LA A.D. Y EL AGRP. A.**

7.3.1 **EQUIPO TOPOGRÁFICO.**

Tiene por finalidad colocar dentro de la misma trama topográfica a las UU. que la integran.

En el E.M. de la A.D. y Agrp. A., el Adj. al S-2 es el que planifica y supervisa los trabajos topográficos en este Escalón.

Para la realización de ello cuenta con un Equipo en la Ba. de Cdo. de la A.D. y Agrp. A.. El Adj. al S-2 asesora al Cte. y E.M. de la A.D. y Agrp. A. en los asuntos relativos al levantamiento topográfico, debiendo también coordinar los trabajos topográficos de los Grps. que integran la A.D.

7.3.2 **CENTRO DE INFORMACIONES TOPOGRÁFICAS (C.I.T.)**

Este órgano está constituido por Personal del Equipo Topográfico y se ubica en el área del P.C. de la A.D.. Es el encargado de llevar el archivo de informaciones topográficas y la carta de situación topográfica.

Se mantendrá en estrecho enlace con el Oficial de Topografía del Escalón Superior para obtener datos sobre puntos de control establecidos en el área de la A.D.

El archivo de informaciones topográficas debe contener:

- Lista de coordenadas y la dirección de los puntos del levantamiento topográfico realizado por la A.E., A.D. propias, otras A.D. y Grps. de A.
- Lista de coordenadas y dirección de los puntos.
- Registro de campo de levantamientos efectuados por grupos de topografía de la A.D.

En la carta de situación topográfica debe contener:

- Localización de puntos levantados topográficamente con precisión 1/3000 o más.
- Esquema de operaciones topográficas.
- Situación de las FF. Amigas.
- Situación de las FF. Enemigas.
- Área de posiciones de UU. de A.

7.3.3 **CONTROL DE LA A.D. Y AGRP. A.**

7.3.3.1 Los Grps. y demás órganos que deben estar en la misma trama topográfica exigen controles topográficos. El Escalón Superior es responsable de proporcionar los mismos a las AA.DD. y Agrp. A.. Este control es dado en forma de listas de coordenadas u otros puntos de control levantados por el Escalón Superior.

7.3.3.2 Cuando no hay ningún control disponible en el área de la A.D. o Agrp.A., el Adj. S-2 arbitra coordenadas convencionales para un R.P./A.D. o R.P./Agrp.A. y determina la orientación de una dirección. Este control convencional es el punto de partida de los trabajos topográficos.

7.3.3.3 Si el Escalón Superior proporciona posteriormente un punto de control cuyos datos no coinciden con los convencionales iniciales, deberá realizarse la transformación de coordenadas para el mismo sistema o trama de aquel.

7.4 **ORGANIZACIÓN TOPOGRÁFICA EN LA A. E.**

7.4.1 **EQUIPO TOPOGRÁFICO**

Cuando se constituye el Escalón A.E. éste dispondrá de un Grupo de Localización de Blancos y el Lev. Top. es realizado por esta U.. El Cte. de este Grp. es el Oficial de Topografía de la A.E. y el Oficial de Topografía del Grp. es el responsable por la planificación y supervisión de los trabajos de su U.

7.4.2 **LEVANTAMIENTO EN LA A.E.**

Los trabajos topográficos realizados por el Personal de Topografía de la Batería de Localización de Blancos tienen por finalidad colocar en el mismo sistema o trama todas las UU. de A. de E., así como los órganos del propio Grp. (Órgano de Localización por sonido, Fogonazo y Radar si es el caso).

Este Personal también tiene por misión la colección, interpretación y diseminación de información topográfica de niveles superiores y de los levantamientos realizados en la zona del E. con una precisión superior a 1/3.000.

CAPÍTULO VIII

PLAN DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL GRUPO

8.1 GENERALIDADES

Para la planificación topográfica se debe tener en cuenta fundamentalmente:

- Cumplir la misión dentro del plazo disponible.
- Proporcionar la Plancheta más precisa para el Tiro; dentro del plazo disponible y considerando las restricciones impuestas.

Dentro de la elaboración de la planificación topográfica se determinan tres etapas:

- Apreciación de Situación.
- Reconocimiento en el terreno.
- Elaboración del Plan de Levantamiento Topográfico.

8.2 APRECIACIÓN DE SITUACIÓN

8.2.1 INFORMACIONES OBTENIDAS POR EL OFICIAL DE TOPOGRAFÍA

La primera etapa de la planificación topográfica es coincidente con la Apreciación de Situación de la U., por lo tanto se inicia con la Apreciación de Situación del Jefe del Grp., en la que participa el Oficial de Topografía por ser asesor de éste.

Las informaciones obtenidas por el Oficial de Topografía en esta etapa serán en general las siguientes:

– **Situación y Misión de la U.**

Con respecto a la Situación, particularmente le interesará la ubicación de las fuerzas amigas y enemigas, para determinar que datos o trama topográfica (controles topográficos) se hallan disponibles y además como puede interferir el enemigo en su trabajo. La misión de la U. define el tipo de trabajo a ser llevado a cabo.

– **Ubicación de los órganos que necesitan control**

Es el factor más importante a considerar al influir el mismo en el tiempo que insumirán los trabajos topográficos. La ubicación de los órganos que necesitan control (que se deben determinar topográficamente) será dada por el Jefe de Grp. por medio de un calco. La ubicación precisa podrá ser

hecha con posterioridad al reconocimiento que realice el Oficial de Topografía.

– **Controles a proporcionar**

Tiene particular relación con el punto anterior y de acuerdo al control a proporcionar, mayor o menor será el trabajo topográfico.

– **Controles disponibles**

Son proporcionados por el Jefe de Grp. y constan en la lista de Coordenadas del Escalón Superior o son obtenidas posteriormente por contacto personal. Cuanto mayor fuere el número de controles disponibles, más facilitados se verán los trabajos.

– **Personal disponible**

Normalmente, es el determinado en los P.P.O. de la U. pero podrán (o no) ser reforzados de acuerdo a las circunstancias.

– **Tiempo disponible**

Depende del tiempo en que se dé la Misión y la Situación. Comprende el tiempo entre la hora de iniciación de los Reconocimientos y la hora prevista para entrega de los datos topográficos en la Central de Tiro. Este factor es el determinante para la elección del tipo de Plancheta que se vaya a confeccionar.

– **Documentación disponible**

Influye directamente sobre el tipo de trabajo topográfico a realizar, según se disponga de una carta de la región en escala adecuada, una fotografía aérea, fotocarta o un croquis topográfico como base para la confección de la P.T.

– **Otras consideraciones**

- naturaleza del terreno.
- condiciones atmosféricas.
- zona de acción.
- asistencia a la U. en refuerzo (Agrup. de Grp.).
- equipo disponible.

8.2.2 **DESARROLLO DE LA APRECIACIÓN DE SITUACIÓN REALIZADA POR EL OFICIAL DE RECONOCIMIENTO Y TOPOGRAFÍA.**

Este trabajo se realiza normalmente sobre un documento (carta, foto-carta, fotografía aérea, etc.) de la región. Si no existen estos documentos la apreciación se realizará luego de los reconocimientos.

Se deben tener en consideración los factores que puedan afectar el Plan de Levantamiento Topográfico, los que se pueden agrupar de la siguiente manera:

- Ubicación de los órganos que necesitan control.
- Empleo tentativo de los diferentes métodos topográficos.
- Puntos que necesitan reconocimiento local.
- Expedición de órdenes de reconocimiento.
- Personal, equipo y tiempo disponible.

Luego de realizada la Apreciación de Situación Topográfica, el O.R.T. deberá coordinar con el S-2 el lugar y hora para que este le designe los Blancos y Observatorios que deben ser levantados topográficamente. A efectos de abreviar las operaciones el O.R.T. hará concurrir a los Oficiales de las Bas. para recibir los datos finales para realizar sus trabajos.

8.3 RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

El Oficial de Topografía realiza un reconocimiento general y luego uno particular. El primero lo hace en vehículo y de retaguardia hacia el frente acompañado de su equipo que va a trabajar en las diferentes zonas. Es en esta oportunidad que el S-2 le designa el P.V. y los BB.AA. y teniendo en cuenta la distancia a los mismos determina la base \overline{AS} (de forma que el ángulo al vértice sea mayor a 150°).

El reconocimiento particular lo realiza a pie verificando detalladamente las deficiencias y particularidades de los puntos considerados como críticos durante el reconocimiento general.

Si el tiempo es insuficiente para completar este reconocimiento, puede delegar parte de él en los Jefes de los Equipos Topográficos.

Una vez finalizados se presenta al Jefe de Grp. elevándole el parte correspondiente.

8.4 ELABORACIÓN DEL PLAN DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO (P.L.T.)

Se inicia tan pronto el O.R.T. ha concluido sus reconocimientos y el Comandante haya tomado su decisión respecto al P.L.T.

En general contiene:

- Órdenes detalladas a los equipos, aquellas que no consten en los P.P.O. de la U.

- Informaciones generales necesarias al cumplimiento eficiente de la misión.

8.4.1 **MEMENTO**

Normalmente es presentado en forma verbal al Jefe de Grp. y luego realizado por escrito a efectos de archivo.

Se presenta un memento para ser utilizado como guía, siendo su encabezamiento y cierre, así como su manera de redacción similar a la Orden de Operaciones.

I – SITUACIÓN

A. Fuerzas Enemigas

Referencia a la información que se posea (O.O. o extracto).

Se establecen las posibles zonas de observatorios.

B. Fuerzas Amigas

Referencia a la información que se posea en forma sucinta.

Hora de entrada en posición y posición pronta así como las Zonas de P.O.

II – MISIÓN

Lo concerniente al Levantamiento Topográfico debiendo establecer Plancheta dispuesta, restricciones, control y tiempo disponible.

III – EJECUCIÓN

Órdenes a los Equipos de trabajo especificando; jefes, integrantes, materiales y operaciones topográficas a realizar, así como la precisión y Control Topográfico disponible.

IV – ADMINISTRACIÓN Y LOGÍSTICA

Los detalles que se posean en la materia.

V – COMANDO Y COMUNICACIONES

Puestos de Comando y especificaciones en el uso de los medios de comunicaciones.

El área de Blancos comprende la zona que tiene los Blancos auxiliares (BB.AA.) y Objetivos actuales y probables; el área de Posiciones comprende la zona ocupada por las Piezas y allí se levantarán los CC.BB. y las posiciones de cada Pieza (si fuese el caso), se determinarán una o más D.R. para la puesta en dirección; el área de Conexión comprende el terreno existente entre las áreas de Blancos y de Posiciones.

9.2.1 **ÁREA DE BLANCOS**

El trabajo en esta área tiene por objeto la localización horizontal y vertical del P.V., BB.AA., PP.OO., Puntos de referencia y Blancos respecto de un punto tomado como origen (A).

El procedimiento empleado generalmente es:

- Intersección

9.2.2 **ÁREA DE CONEXIÓN**

El trabajo en esta área tiene por finalidad determinar la situación relativa del R.P.G. con el punto origen A y transportar la orientación desde el R.P.G. hasta el área de Blancos.

Los procedimientos empleados generalmente son:

- Radiación.
- Poligonación.
- Intersección.
- Triangulación.

9.2.3 **ÁREA DE POSICIONES**

El trabajo tiene por finalidad determinar la situación de los CC.BB. con relación al R.P.G. y una o más direcciones de Referencia (D.R.) para permitir la puesta en vigilancia de las Bas.

Los procedimientos empleados generalmente son:

- Radiación.
- Poligonación.

9.3 **AYUDA MEMORIA**

9.3.1 **TERMINOLOGÍA**

- Centro de Batería (C.B.)

Es un punto materializado en el terreno aproximadamente en el centro geométrico de la posición ocupada por las Piezas. Es elegido por el Cte.Ba., C.L.F. u O.R.T. (si no está elegido, designa un punto de referencia). En la P.T. es el lugar ocupado por toda la Ba.

– Línea de Referencia (L.R.)

Línea establecida en el terreno y de Orientación desconocida y que puede ser utilizada transitoriamente como origen de ciertos trabajos.

– Dirección de Referencia (D.R.)

Una línea de Orientación conocida, establecida en las zonas ocupadas por las Bas. y que es usada para orientar el instrumento que apuntará las Piezas para el tiro.

– Estación de Orientación (E.O.)

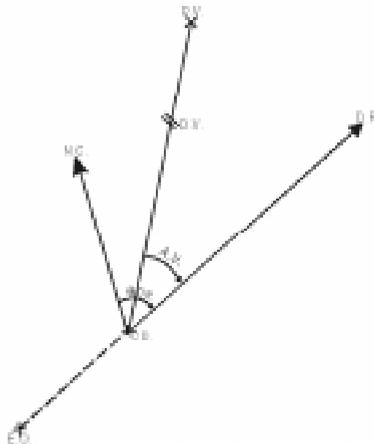
Un punto establecido en el terreno sobre la D.R. y en el cual el C.L.F. instala el instrumento para apuntar las Piezas. Es elegido por el Cte. Ba., C. L. F. u O. R. T. (si no está elegido, designa un punto de referencia). Su ubicación es a 50 metros del C.B. aproximadamente.

– Ángulo de Vigilancia (A.V.)

Es el ángulo horizontal medido en el sentido horario, a partir de la D.V. hacia el punto lejano de la D. R. ($A.V. = \theta D.R. - \theta D.V.$).

– Dirección de Vigilancia (D.V.)

Es la orientación de la línea que une el C.B. con el P.V. y que es determinada a través del cálculo a partir de las coordenadas de estos puntos.



9.3.2 FASES DEL LEVANTAMIENTO.



- **1a.Fase.**
 - P.T.T. por inspección.
 - Duración: 1 hora.
 - P.T.O.
 - Con levantamiento de los CC.BB., reglaje de una Ba.
 - Duración: 2 horas.
- **2a. Fase.**
 - P.T.T.
 - Lev.Top. de todos los puntos.
 - Duración: 1 a 5 horas.
- **3a. Fase**
 - P.T.T.
 - Verificaciones.
 - Cierre de poligonaciones.
 - Cierre de triángulos.
 - Levantamiento de Blancos por otra base.
 - Duración: más de 5 horas.

9.3.3 **SECUENCIA DE LOS TRABAJOS**

- Reunión Cte. A.D. y Jefe de Grp.
- Apreciación de Situación en la Carta.
- Decisión preliminar.
- Reconocimientos (Primer Escalón).
- Decisión final.
- Reunión del Personal.
- Ejecución trabajos topográficos.
- Entrega resultados en C.T.

9.3.4 **PLAZOS PARA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

- Reconocimientos.
1 Hora
- Entrega de Partes, reunión del Personal y Órdenes.
1/2 Hora

- Ejecución de los trabajos.
De acuerdo a lo expresado en 3.4.2
- Preparación de la Plancheta en la C.T.
2 Horas (si se hace Programa a Horario)
1/2 Hora (si no se hace Programa a Horario)

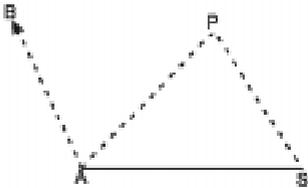
9.3.5 TRABAJOS A REALIZAR EN CADA ÁREA

9.3.5.1 Área de Blancos.

Se determinan: P.V., BB.AA., P.R., PP.OO., Puntos de control de fotografías aéreas; así como una base para levantamiento cuando fuera necesario.

Proceso a utilizar: Intersección con una precisión de 1/500.

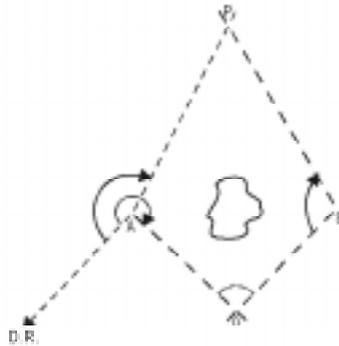
Caso en que A y S son intervisibles



\hat{A} y \hat{S} son medidos
 $P = 3200 - (\hat{A} + \hat{S}) \text{ m}$
 $P > 150 \text{ m}$

Caso en que A y S no son intervisibles

Datos $\frac{\theta DR}{\theta OS}$



9.3.5.2 Área de Conexión.

Tiene por finalidad colocar en la misma trama las Áreas de Blancos y Posiciones, relacionando el Área de Blancos con el R.P.G.

Se determina: Base A S para control.

Se establece: Un Punto de Referencia en el Área de Blancos.

Procesos a utilizar: Poligonación con una precisión de 1/1.000; también se puede utilizar: Radiación, Intersección y Triangulación.

9.3.5.3 Área de Posiciones.

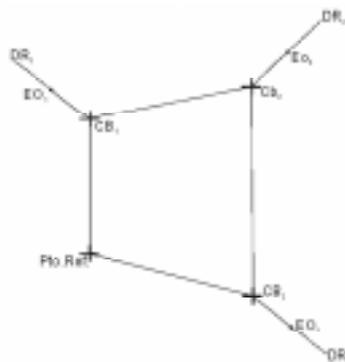
Se establecen: C.B. y E.O. para cada Ba.

Pto. Ref.

D.V. o A.V.

D. R.

Proceso a utilizar: Poligonación con precisión de 1/1000 y Radiación.



Si bien las precisiones establecidas (1/1000) son adecuadas para las necesidades del tiro de Artillería, el ORT deberá procurar obtener la máxima precisión compatible con los instrumentos empleados; lo que redundará en una mayor precisión de los Fuegos.



*Esta Obra se terminó de imprimir
en el Departamento de Publicaciones del
Estado Mayor del Ejército
en el mes de agosto de 2005.*

Tiraje: 112 Ejemplares.



REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY
COMANDO GENERAL DEL EJÉRCITO

R.C. 2-1

Público

Topografía para la Artillería de Campaña



Montevideo, 2005