

EJÉRCITO ARGENTINO

RFP - 73 - 02

Público Militar

Lectura de Cartografía



REPÚBLICA ARGENTINA

Realizado en el Departamento Doctrina

AÑO 2016



Ejército Argentino
Dir Grl Org Doct

2016 – Año del Bicentenario de la Declaración de la Independencia Nacional¹⁰⁰

C A de BUENOS AIRES, 29 de junio de 2016.

Visto el expediente Letra EJ 15 Nro 0092/5, lo Dictaminado por la Dirección General de Asuntos Jurídicos, lo informado por el Jefe del Departamento Doctrina y lo establecido en el Art 2, Decreto 1759/12 (T O 1991).

EL DIRECTOR GENERAL DE ORGANIZACIÓN Y DOCTRINA

DISPONE:

ARTÍCULO 1º.- Apruébase el Reglamento propuesto - el que será inscripto en el "Registro de Publicaciones Militares" de la Fuerza - de acuerdo con los datos que se consignan a continuación:

1. Identificación:

- a. Título: "LECTURA DE CARTOGRAFÍA".
- b. Signatura: RFP – 73 – 02.

2. Carácter del reglamento: PÚBLICO MILITAR.

ARTÍCULO 2º.- Regístrese, a los efectos del reconocimiento establecido en el artículo 8.004 del reglamento "La Doctrina en el Ejército Argentino" (RFD – 50 – 01), al siguiente personal:

- a) Como Jefe de Comisión: Cnl Jorge Horacio Machuca.
- b) Como Especialistas: Cnl Aldo Ferrari.
Cnl Carlos Ferreyra.
Tcnl Gustavo Silistria.

EMGE
DISPOSICIÓN N° 356116

My Agustín Chizzini Melo.
My Nazareno Ampuero.
My Ratín Calvo Rey.
My Lucio Ponce.
Tte 1ro Carlos Ferri.

ARTÍCULO 3º.- Imprimanse, a través de la Dirección General de Organización y Doctrina (Departamento Doctrina), CUATRO (4) ejemplares de la publicación aprobada, e inscríbase dicha publicación en el "Registro de Publicaciones Impresas". Una vez realizado tal trámite, distribúyase la publicación impresa con cargo, a los efectos de su preservación histórica, entre los siguientes Elementos:

- a) Servicio Histórico del Ejército / DAHE..... 1 ejemplar.
- b) Archivo General del Ejército / DAHE..... 1 ejemplar.
- c) Biblioteca Central del Ejército / Secr Grl Ej..... 1 ejemplar.
- d) DGOD (DPTO DOCT)..... 1 ejemplar.

ARTÍCULO 4º.- Elabórese la versión digitalizada e informatizada del reglamento aprobado, e inscribirlo en el "Registro de Publicaciones Digitalizadas".

ARTÍCULO 5º - Autorízase la instalación de la versión informatizada de la publicación aprobada, en cualquier tipo de soporte digital. Dicha autorización tiende al objetivo de facilitar su difusión de manera aislada, o bien reunida en compilaciones y compendios que se elaboren a tal efecto.

ARTÍCULO 6º.- Difúndase la versión digitalizada del reglamento, a través de soportes digitales y redes informáticas, administrados por la Fuerza, atendiendo los requisitos de seguridad y de acceso a la información, consignados en las leyes y reglamentos vigentes.

EMGE
DISPOSICIÓN N° 356/116

ARTÍCULO 7º.- Practíquese la actualización de la publicación, en cualquiera de sus versiones – impresa y/o digital – de manera simultánea a la aprobación, registro y difusión de las eventuales rectificaciones de sus contenidos.

ARTÍCULO 8º.- Póngase en vigencia las versiones impresas y digitalizadas del reglamento, a partir de la difusión del aviso de su aprobación.

ARTÍCULO 9º.- Deróganse en cualquiera de sus versiones – impresa y/o digital – a partir de la entrada en vigencia de la publicación aprobada por la presente Disposición, el reglamento "LECTURA DE CARTOGRAFÍA" (RFP – 73 – 02), Edición 1997 (PÚBLICO MILITAR), y, "LECTURA DE CARTOGRAFÍA" (RFP – 73 – 02), Edición 1991 (RESERVADO), y, consecuentemente, instrúmétense lo establecido en los artículos 6.053, 6.054, 6.055 y, cuando corresponda, 6.056 del reglamento "La Doctrina en el Ejército Argentino" (RFD – 50 – 01).

ARTÍCULO 10º.- Registrese en el Libro "Resoluciones y Disposiciones del EMGE", de acuerdo a los determinado en el Artículo 5.006 del reglamento "Documentación" (RFP-70-05), y archívese en el Cuartel General del EMGE, como antecedente.

ARTÍCULO 11º.- Comuníquese y publíquese en el Boletín Público del Ejército.



ÍNDICE GENERAL

	Página
PRÓLOGO	
INTRODUCCIÓN.....	I
CAPÍTULO I CARTOGRAFÍA	
Sección I	
Sistemas de proyección.....	Cap I – 1
Forma de la tierra.....	Cap I – 1
Sistemas de proyección cartográfica.....	Cap I – 1
Proyecciones acimutales.....	Cap I – 2
Proyección cilíndrica.....	Cap I – 4
Proyecciones cónicas.....	Cap I – 7
Proyecciones policónicas.....	Cap I – 7
Otros sistemas de proyección.....	Cap I – 8
Sistemas de proyección más usados.....	Cap I – 11
Cartografía internacional y extranjera (sistemas de proyección que se emplean).....	Cap I – 11
Elección del sistema de proyección.....	Cap I – 11
Sistemas de proyección utilizado en el país.....	Cap I – 11
Sección II	
Sistemas y marcos de referencia.....	Cap I – 12
Evolución de los sistemas de referencia.....	Cap I – 12
Marcos de referencia.....	Cap I – 15
Sección III	
Clasificación de la cartografía.....	Cap I – 16
Clasificación de la cartografía.....	Cap I – 16
Sección IV	
Dimensiones de identificación de la hoja.....	Cap I – 18
Dimensiones de la hoja.....	Cap I – 18
Identificación de las hojas.....	Cap I – 18
Dimensiones y características de las hojas por la escala.....	Cap I – 18
Sección V	
Información marginal.....	Cap I – 19
Datos marginales.....	Cap I – 19
Enumeración de los datos marginales de una carta imagen.....	Cap I – 23
CAPÍTULO II PLANIMETRÍA	
Sección I	
Escalas.....	Cap II – 1
Definición.....	Cap II – 1
Conceptos generales.....	Cap II – 1
Tipos de escalas.....	Cap II – 1
Empleo de escalas numéricas.....	Cap II – 3
Escala gráfica.....	Cap II – 3
Clasificación de las escalas.....	Cap II – 5
Error gráfico. Precisión planimétrica de una carta topográfica.....	Cap II – 5
Mediciones angulares y lineales. Sistemas de medida angular y lineal.....	Cap II – 6
Vicilación gráfica, acuidad visiva, distancia óptima de visión distinta	
Influencia de la esfericidad terrestre en planimetría.....	Cap II – 9
Instrumentos de medición en la carta.....	Cap II – 10
Sección II	
Coordenadas geográficas.....	Cap II – 12
Conceptos generales.....	Cap II – 12
Localización de un punto.....	Cap II – 14
Problemas aplicativos.....	Cap II – 14
Sección III	
Coordenadas planas y polares.....	Cap II – 16
Conceptos generales.....	Cap II – 16
Problemas aplicativos.....	Cap II – 17
Empleo de la escala de coordenadas.....	Cap II – 21
Coordenadas polares.....	Cap II – 21
Coordenadas UTM.....	Cap II – 22

CAPÍTULO III ALTIMETRÍA

Sección I	Introducción.....	Cap III – 1
	Conceptos generales.....	Cap III – 1
	Leyes altimétricas y denominaciones.....	Cap III – 1
Sección II	Sistemas de representación de la altimetría.....	Cap III – 2
	Conceptos generales.....	Cap III – 2
	Sistemas de curvas de nivel.....	Cap III – 2
	Sistema de relieve.....	Cap III – 3
	Sistema de esfumaje.....	Cap III – 4
	Sistema de capas batimétricas.....	Cap III – 4
	Sistema de capas hipsométricas.....	Cap III – 4
	Sistema de cotas.....	Cap III – 4
Sección III	Sistemas de curvas de nivel.....	Cap III – 5
	Estructura del sistema.....	Cap III – 5
	Antecedentes históricos.....	Cap III – 6
	Clases de curvas de nivel.....	Cap III – 7
	Equidistancia.....	Cap III – 8
	Elección de la equidistancia.....	Cap III – 8
	Cambio de equidistancia por cambio brusco de pendiente.....	Cap III – 9
	Determinación de la equidistancia.....	Cap III – 10
	Formas que toman las curvas de nivel.....	Cap III – 11
	Detalle de representación de las curvas de nivel.....	Cap III – 12
Sección IV	Pendientes.....	Cap III – 12
	Conceptos generales.....	Cap III – 12
	Expresión de las pendientes.....	Cap III – 13
	Resumen de fórmulas.....	Cap III – 16
	Clases de pendientes.....	Cap III – 16
	Línea de máxima pendiente.....	Cap III – 19
	Determinación de la línea de máxima pendiente.....	Cap III – 20
	Línea de mínima pendiente.....	Cap III – 21
	Pendientes y contrapendientes.....	Cap III – 22
	Cresta.....	Cap III – 22
	Diferentes líneas de una carta.....	Cap III – 23
	Clasificación de las pendientes por su intensidad.....	Cap III – 24
	Importancia militar del conocimiento del valor de la pendiente.....	Cap III – 24
Sección V	Determinación de la cota de un punto.....	Cap III – 25
	Casos de determinación de la cota de un punto.....	Cap III – 25
Sección VI	Perfiles.....	Cap III – 30
	Conceptos generales.....	Cap III – 30
	Construcción gráfica de un perfil.....	Cap III – 30
	Problemas que permiten resolver los perfiles.....	Cap III – 33
Sección VII	Iluminación de cartas topográficas.....	Cap III – 33
	Consideraciones generales.....	Cap III – 33
	Procedimiento.....	Cap III – 33
	Ejemplo de aplicación.....	Cap III – 33
	Carta iluminada a través de software geográficos.....	Cap III – 34

CAPÍTULO IV ORIENTACIÓN

Sección I	Navegación terrestre por la carta.....	Cap IV – 1
	Conceptos generales.....	Cap IV – 1
	Líneas de base.....	Cap IV – 1
	Relación de una línea de dirección con las líneas de base.....	Cap IV – 2
	Orientación en la carta.....	Cap IV – 2
	Orientación por medio de la carta.....	Cap IV – 2
	El diagrama de declinación.....	Cap IV – 3
	Empleo del diagrama de declinación.....	Cap IV – 3
	Navegación terrestre.....	Cap IV – 5

	Página	
Uso del diagrama de navegación terrestre.....	Cap IV – 6	
Rumbo recíproco.....	Cap IV – 6	
Otros métodos para hallar direcciones y puntos en el terreno y la carta.....	Cap IV – 6	
Medición de la distancia en la navegación terrestre.....	Cap IV – 10	
Responsabilidad del navegante.....	Cap IV – 11	
Navegación en vehículos.....	Cap IV – 11	
 Sección II		
Navegación con sistemas de posicionamiento satelital.....	Cap IV – 12	
Uso de dispositivos de posicionamiento satelital para navegación terrestre.....	Cap IV – 12	
 CAPÍTULO V CARTAS ESPECIALES		
 Sección I		
Carta de transitibilidad.....	Cap V – 1	
Concepto.....	Cap V – 1	
Diferencias fundamentales con la carta topográfica.....	Cap V – 1	
Necesidades que satisface.....	Cap V – 1	
 Sección II		
Cartas de imagen.....	Cap V – 1	
Concepto general.....	Cap V – 1	
Calidad.....	Cap V – 2	
Utilización.....	Cap V – 3	
 Sección III		
Ortofotocarta.....	Cap V – 4	
Generalidades.....	Cap V – 4	
Ortofotocarta.....	Cap V – 4	
Características de la ortofotocarta.....	Cap V – 5	
Aspectos que se deberán tener en cuenta para la lectura e interpretación de una fotocarta.....	Cap V – 6	
 CAPÍTULO VI EJERCICIOS DE LECTURA DE CARTOGRAFÍA		
 Sección I		
Consideraciones generales.....	Cap VI – 1	
Consideraciones que se deberán tener en cuenta para la resolución de ejercicios.....	Cap VI – 1	
 Sección II		
Ejercicios.....	Cap VI – 3	
Ejercicios de empleo de regleta M – 2.....	Cap VI – 3	
Ejercicios de coordenadas geográficas.....	Cap VI – 3	
Ejercicios de coordenadas planas.....	Cap VI – 4	
Ejercicios de coordenadas polares.....	Cap VI – 6	
Ejercicios de coordenadas UTM.....	Cap VI – 6	
Ejercicios de pendientes.....	Cap VI – 6	
Ejercicios de cotas.....	Cap VI – 7	
Ejercicios de fórmulas para hallar la escala de la carta, la distancia en la carta y la distancia en el terreno.....	Cap VI – 10	
Ejercicios de conversión de ángulo de dirección a rumbo y de rumbo a ángulo de dirección.....	Cap VI – 12	
Ejercicios de perfiles.....	Cap VI – 15	
 ANEXOS		
Anexo 1	Resolución de los ejercicios del Capítulo VI.....	Anexo 1 – 1
Anexo 2	Cartografía que se deberá utilizar para la resolución de ejercicios...	Anexo 2 – 1

PRÓLOGO

El documento cartográfico constituye una herramienta fundamental para el militar, este documento debe brindar toda la información necesaria para conocer una porción del terreno a una escala determinada.

Para aprovechar al máximo los documentos cartográficos es necesario conocer las normas técnicas aplicadas en su elaboración, como así también el contenido y alcance de la información marginal incorporada.

La elaboración de la cartografía, principalmente de uso militar ha evolucionado junto con la tecnología por lo cual fue necesario actualizar la doctrina en relación a esta temática.

Con esa finalidad se editó esta nueva publicación de este reglamento, con un enfoque eminentemente práctico, orientado especialmente hacia los distintos tipos de cartografía utilizados en el ámbito de la Fuerza.

INTRODUCCIÓN

I. FINALIDAD

La presente publicación tiene por finalidad establecer las normas y procedimientos que posibiliten efectuar una correcta lectura e interpretación de los mapas y de la cartografía utilizada por la Fuerza e incorporar los conocimientos básicos necesarios para ejecutar navegación terrestre con y sin navegadores satelitales.

II. BASES

- A. Reglamento “Lectura de Cartografía” (RFP – 73 – 02); Edición 1997.
- B. Reglamento “La Doctrina en el Ejército Argentino” (RFD-50-01); Edición 2014.

III. NECESIDADES QUE SATISFACE

- A. Proporcionar conceptos generales de topografía al oficial y suboficial del Ejército Argentino en las menores jerarquías, para efectuar una correcta lectura de la cartografía existente.
- B. Brindar ejemplos aplicativos de resolución de problemas básicos a efectuar en ocasión del empleo de cartografía militar.
- C. Definir conceptos básicos relacionados con la cartografía militar.

IV. CONCEPTOS BÁSICOS

- A. Acimut de una recta en el sistema de coordenadas. Es aquel ángulo que forma dicha recta con el Norte geográfico.
- B. Altimetría. Es la parte de la topografía que estudia y determina las diferencias de nivel y las formas (morfología) del terreno. Su representación gráfica constituye el relieve o configuración del terreno.
- C. Ángulo de dirección de una recta en el sistema de coordenadas planas. Es aquel que forma dicha recta con el norte de cuadrícula.
- D. Carta. Es la representación gráfica de la superficie terrestre o parte de ella, dibujada sobre un plano a una escala de 1: 500 000 o mayor, en donde los elementos naturales y artificiales que forman el revestimiento del terreno se indican mediante símbolos, líneas y colores.
- E. Cartografía. Técnica y arte destinados a expresar gráficamente la superficie terrestre en sus más diversos aspectos. Se la considera usualmente como una disciplina auxiliar de la ciencia geográfica.
- F. Coordenadas cartesianas de un punto en un plano. Son las magnitudes escalares que establecen la posición de un punto en un plano, respecto de los ejes de coordenadas a las cuales se refieren.
- G. Cota altimétrica. Es La altura de un punto con respecto a] plano de nivel, base o comparación.
- H. Declinación. Es el ángulo formado por la recta que marca el Norte geográfico con la recta que marca el Norte magnético.
- I. Elementos planimétricos. Son los elementos naturales y artificiales que forman el revestimiento del terreno.
- J. Escala. Es la relación numérica de semejanza entre una distancia horizontal en el plano y la distancia correspondiente sobre el terreno.
- K. GNSS. Es el Sistema Global de Navegación Satelital (Global Navigation Satellite System).
- L. Información marginal. Es e conjunto de datos técnicos contenidos en el margen de una carta, a tener en cuenta para su correcta lectura.
- M. Mapa. Es el dibujo hecho a escala sobre un plano, de un sector de la superficie terrestre.

- N. Norte de cuadrícula. Es aquél determinado por la dirección paralela al mediano central de la faja (eje de las X) y que pasa por el punto considerado.
- O. Norte geográfico o verdadero. Es aquél determinado por el meridiano que pasa por el punto considerado.
- P. Norte magnético. Es aquél determinado por la dirección que señala una aguja imantada desde el punto considerado.
- Q. Pendiente. Es el ángulo que forma el terreno respecto de un plano horizontal, o sea su inclinación.
- R. Perfil. Es la intersección del terreno con un plano vertical cualquiera.
- S. Planimetría. Es la parte de la topografía que enseña a representar en un superficie plana, una porción de la superficie terrestre con todos los elementos u objetos naturales o artificiales que existan en ella, por medio de signos convencionales.
- T. Plano de nivel, base o comparación. Es el plano horizontal que sirve de referencia para la determinación de las medidas verticales del terreno.
- U. Proyección acotada. Es la representación de puntos de igual y distinta altura sobre un plano de comparación.
- V. Punto trigonométrico. Es un punto materializado en el terreno establecido por el Instituto Geográfico Militar o Instituto Geográfico Nacional, ubicado en un sistema de coordenadas dado.
- W. Rumbo de una recta. Es el ángulo que forma dicha recta con el Norte magnético.
- X. Sistema de coordenadas cartesianas. Es aquél formado por un par de ejes ortogonales dirigidos hacia el Norte y hacia el Este, respectivamente.
- Y. Sistema de proyección cartográfica. Es un sistema plano de meridianos y paralelos sobre el cual puede dibujarse un mapa.
- Z. Topografía. Es una disciplina científica y arte de representación gráfica y exacta sobre un plano de las características físicas, naturales o artificiales, de un área o zona del terreno. Comprende la planimetría y altimetría de un área llevadas al dibujo que convencionalmente las representa. El gráfico obtenido se denomina plano, mapa o carta.

CAPÍTULO I**CARTOGRAFÍA****SECCIÓN I****SISTEMAS DE PROYECCIÓN****1.001. Forma de la Tierra**

La Tierra presenta una forma semejante a una esfera o, más precisamente, a un elipsoide de rotación, correspondiendo su eje menor al eje polo norte-polo sur. Dada la forma particular de la Tierra, cuando debe hablarse de su forma ideal y teórica, se dice que es un geoide, entendiéndose como tal a la superficie que corresponde a la Tierra, supuestas en calma las aguas oceánicas en su nivel medio y prolongadas a través de los continentes.

1.002. Sistemas de proyección cartográfica

Es muy fácil trazar sobre una esfera un sistema de paralelos y meridianos, pero su representación en el plano requiere un estudio especial, ya que la superficie esférica no puede desarrollarse sobre un plano sin que se deformé. Son varios los métodos seguidos para vencer esta dificultad. El más sencillo consiste en rodear la esfera con un cilindro (Figura 1) o con un cono (Figura 2), o en colocar aquella tangencia a un plano (Figura 3) y al proyectar una parte de la red de meridianos y paralelos desde el centro de la esfera, o desde otro punto convenientemente elegido, sobre el cilindro, el cono o el plano tangente. Cortando después el cilindro o el cono a lo largo de una generatriz y extendiéndolo sobre un plano, se obtendrá un sistema de meridianos y paralelos, resultado de una verdadera proyección.

Se puede definir una proyección como un sistema plano de meridianos y paralelos sobre el cual puede dibujarse un mapa. Son centenares los procedimientos conocidos para trazar o construir tales sistemas, pero no todos son igualmente aceptables, ya que unos se prestan bien para una cierta aplicación, y otros, para otras.

Según la deformación producida por el pasaje de la esfera al plano, los sistemas de proyección pueden ser equivalentes, conformes o afilácticos.

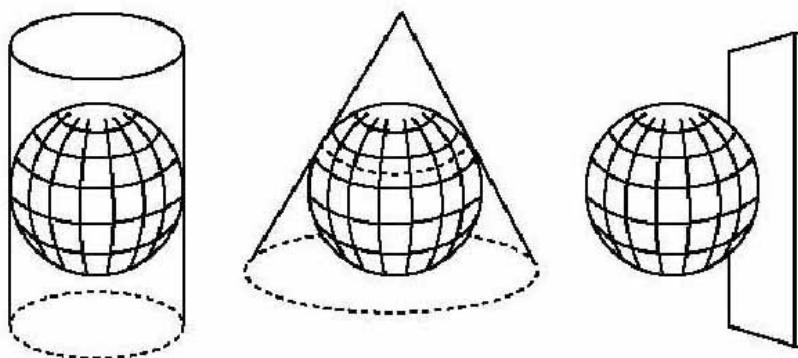
Se dice que una proyección es equivalente o autállica cuando una zona o extensión cualquiera, grande o pequeña, tiene la misma superficie en el plano que en una esfera a igualdad de escala. Los mapas equivalentes son buenos para poner de relieve la distribución de productos en los estudios económicos o industriales.

Las proyecciones conformes o isogónicas (también llamadas ortomorfas, autogonales y soogónicas) son aquellas en las que cualquier parte de no mucha extensión tiene la misma forma en el plano que en la esfera, es decir que un rectángulo en la esfera está representado por un rectángulo en el plano. La relación entre las longitudes de meridianos y paralelos en el plano es igual a la misma relación en la esfera. Las proyecciones conformes son especialmente convenientes en las aplicaciones en las que la conservación de los ángulos y direcciones es condición indispensable; tiene su principal uso en la navegación.

Evidentemente, no hay proyección que sea al mismo tiempo equivalente y conforme, únicamente en una esfera (globo terrestre) se cumple esta condición, pero no es posible desarrollar un globo sobre un plano sin conseguir algún grado de deformación.

Los sistemas de proyección afilácticos no satisfacen por completo las propiedades expresadas en las proyecciones descriptas anteriormente.

Los sistemas de proyección cartográfica se clasifican, según su modo de obtención, en: acimutales, cilíndricos, cónicos y policónicos.

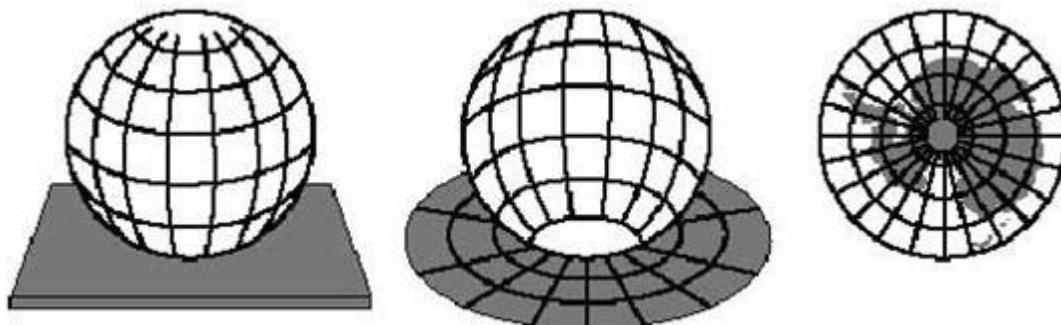


Proyección cilíndrica, cónica y acimutal. Fig(s) 1-2-3

1.003. Proyecciones acimutales

Las proyecciones acimutales o cenitales (también llamadas perspectivas) se obtienen proyectando la superficie del globo sobre un plano (Figura 4), desde un cierto centro de perspectiva o punto de vista del cual depende el sistema resultante.

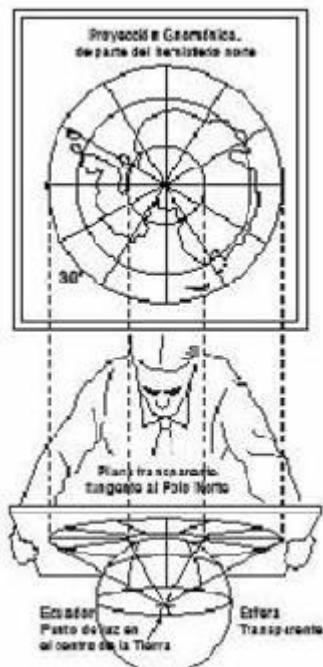
- a. De acuerdo con la posición del plano, la proyección acimutal puede ser:
 - 1) Polar: cuando el plano es perpendicular al eje de la Tierra.
 - 2) Ecuatorial o meridiana: cuando el plano es perpendicular al plano del ecuador.
 - 3) Oblicua u horizontal: cuando el plano tiene una posición cualquiera.



Proyección acimutal. Fig 4

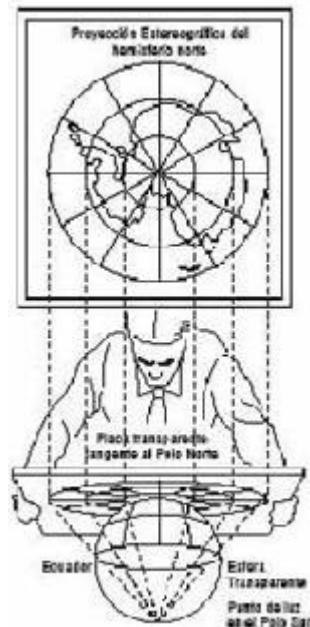
- b. De acuerdo con la posición del punto de vista, la proyección acimutal se clasifica en:

- 1) Proyección gnómica: se llama así a la proyección obtenida proyectando la superficie del globo desde su centro sobre el plano, que puede ser o no tangente a la esfera. La principal ventaja de esta proyección estriba en que todos los círculos máximos están representados por líneas rectas; estos círculos máximos determinan planos que pasan por el centro de la esfera y, si se prolongan hasta encontrar el plano de proyección, intersección de ambos planos, será una línea recta. Esta propiedad es de gran importancia en la navegación, por ser la menor distancia entre dos puntos la contada sobre el círculo máximo que pasa por ambos (Figura 5).



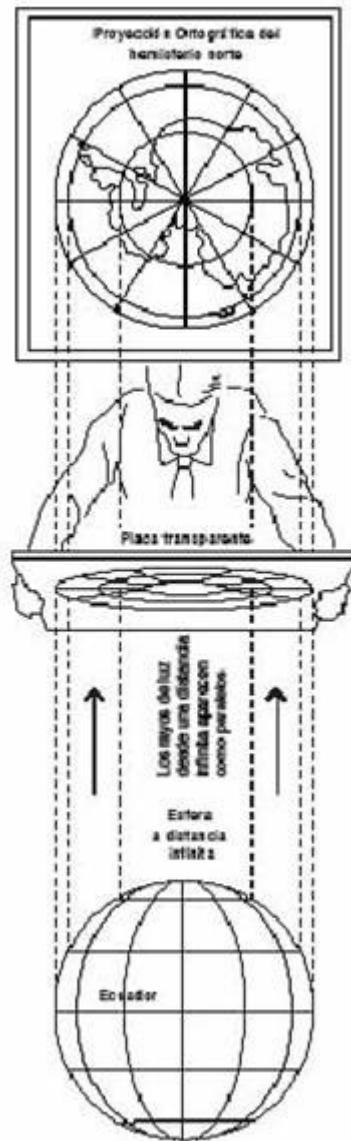
Proyección Gnomónica. Fig 5

- 2) Proyección estereográfica: en este sistema la superficie del globo se proyecta sobre un plano desde el punto antípoda al centro del mapa. Una de las más valiosas propiedades de esta proyección es que todos los círculos del globo, cualquiera fuese su tamaño, son también círculos en el mapa; es decir que todos los paralelos y meridianos aparecen en el mapa como arcos circulares. Esta proyección es conforme, por ser los meridianos perpendiculares a los paralelos, y la proporción de dimensiones resulta exacta para superficies de poca extensión. Esta proyección se emplea mucho en los atlas (Figura 6).



Proyección estereográfica. Fig 6

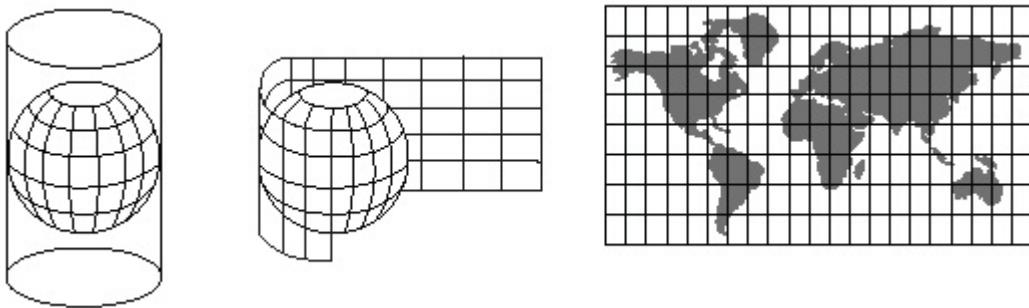
- 3) Proyección escenográfica: la superficie del globo se proyecta mediante rayos paralelos sobre un plano perpendicular a ellos. El punto de vista se encuentra fuera del globo y a una distancia finita.
- 4) Proyección ortográfica: la superficie del globo se proyecta mediante rayos paralelos sobre un plano perpendicular a ellos. El punto de vista se encuentra en el infinito. Esta proyección no es conforme ni equivalente y está reducida a la representación de un hemisferio, las distancias quedan acortadas considerablemente hacia los bordes y solo son verdaderas en los círculos que tienen por centro el punto de vista de la proyección. La proyección ortográfica oblicua del globo se emplea mucho para fines artísticos y de propaganda, así como para la enseñanza escolar (Figura 7).



Proyección ortográfica. Fig 7

1.004. Proyección cilíndrica

Esta proyección supone a la esfera terrestre rodeada totalmente por un cilindro que le es tangente al círculo máximo, generalmente el ecuador (Figura 1); en el plano resultante de su desarrollo (Figura 8), los meridianos son rectas verticales equidistantes y los paralelos perpendiculares a los meridianos.



Proyección Cilíndrica. Fig 8

Es evidente que en este tipo de proyección no pueden estar representados los polos, ya que los meridianos son paralelos entre sí y, por lo tanto, no se cortan.

Existen distintos tipos de proyecciones cilíndricas (muchas de ellas son modificaciones de esta clase de representación); entre ellas se destaca, por su empleo, la proyección Mercator.

La proyección Mercator consta de paralelos horizontales y meridianos verticales. Los meridianos equidistantes entre sí están colocados de tal modo que, en el ecuador, esta equidistancia está representada en verdadera magnitud a la escala correspondiente. Los paralelos están dispuestos de tal manera que, en una zona de dimensiones relativamente pequeñas, la relación entre dos distancias tomadas respectivamente sobre meridianos y paralelos es igual a la relación entre longitudes homólogas en el globo terráqueo.

La proyección Mercator es una proyección conforme; es decir que, en extensiones reducidas, la forma de la parte representada es igual a la real sobre la Tierra; pero como la escala varía considerablemente, la forma de las grandes extensiones queda muy alterada. Por ejemplo: en la proyección Mercator aparece Groenlandia de mayor tamaño que Sudamérica, y en realidad es igual a aproximadamente la octava parte de esta última.

La propiedad más importante de la proyección Mercator es ser el único sistema en el que todos los rumbos o loxodrómicas son líneas rectas; esta cualidad presenta extraordinaria importancia en náutica. Las loxodrómicas son líneas que sobre el globo terráqueo tienen rumbo constante y cortan a todos los meridianos formando ángulos iguales.

Casi todas las cartas marinas están hechas en proyección Mercator. Incluso en los mapas aeronáuticos que hasta ahora empleaban casi exclusivamente la proyección cónica conforme Lambert, se empieza a usar la proyección Mercator en aquellos mapas parciales de escala uniforme.

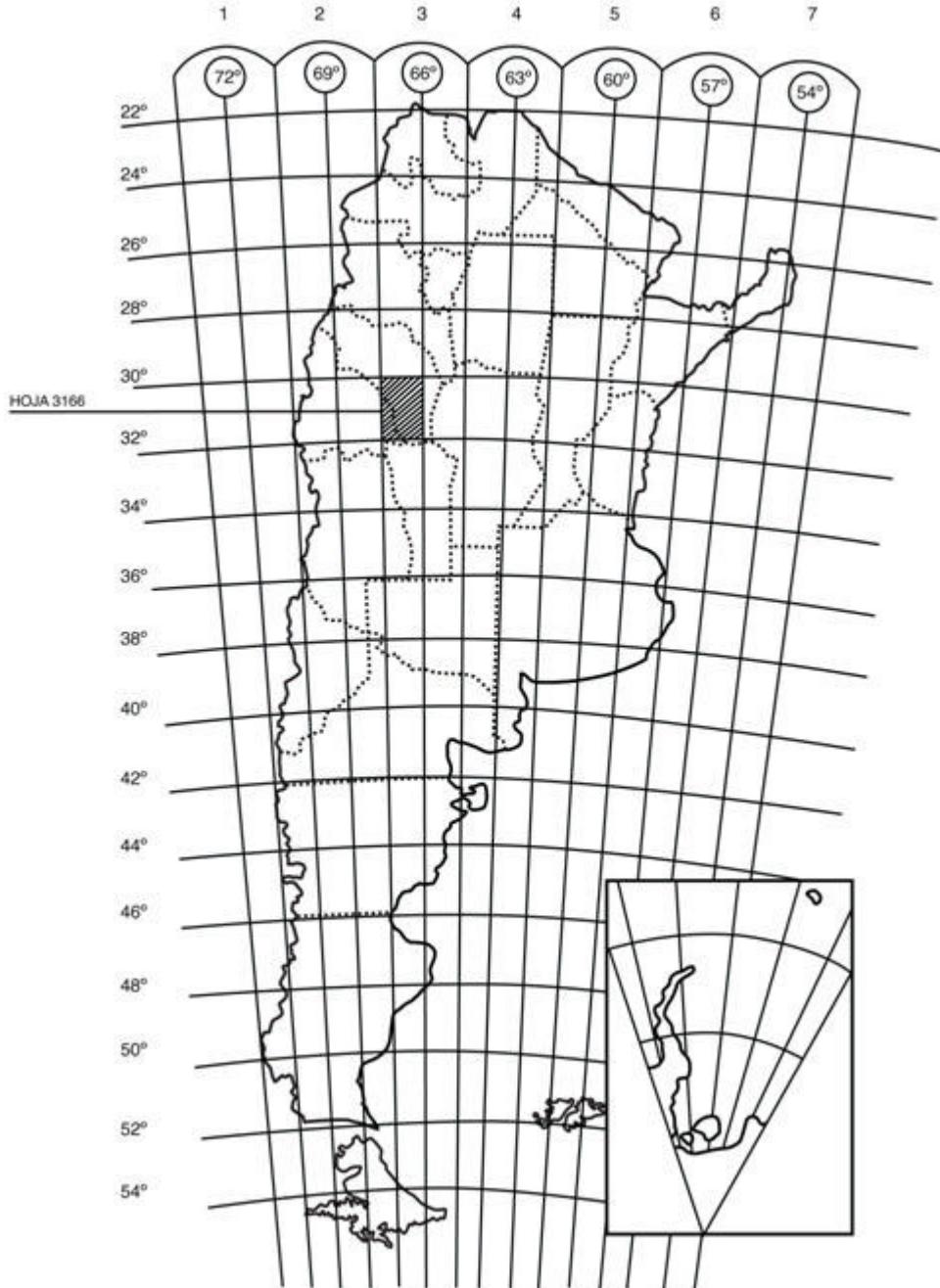
La proyección Mercator deforma tanto las superficies en las latitudes superiores que da lugar a ideas erróneas sobre extensiones y distancias, por lo cual se la emplea para representar áreas comprendidas entre los 80° de latitud sur. Con el objeto de evitar esta anamorfosis, en la representación gráfica de áreas cercanas a estas latitudes existe una variante de la proyección cilíndrica llamada proyección transversa; dentro de este tipo de desarrollo, se encuentran la proyección transversa Mercator y la proyección Gauss- Krüger.

En la proyección cilíndrica transversa, el cilindro es tangente a un meridiano en lugar de serlo al ecuador, lográndose con ello una escala verdadera a lo largo del meridiano de tangencia. Por esta razón, mientras que la proyección cilíndrica es más apta para el cartografiado de regiones que se extienden Este-Oeste, la proyección cilíndrica transversa se adapta mejor como base para el cartografiado de áreas que se extienden en dirección Norte-Sur.

- Proyección Mercator Transversal. La proyección Mercator Transversal o UTM (Mercator Transversal Universal) divide a la esfera terrestre en 60 zonas o fajas, numeradas de Este a Oeste desde el meridiano de 180°, entre los 84° de latitud Norte y los 84° de latitud Sur. Cada faja de la grilla UTM mide 6° de ancho (longitud) por 164° de largo (latitud) y tiene como propio origen la intersección del ecuador con el meridiano central de faja. Con el objeto de evitar coordenadas negativas, se le asigna al meridiano central de cada faja el valor arbitrario de 500.000 metros, en tanto se asigna al ecuador el valor de cero metros para el hemisferio Norte y 10.000.000 metros para el hemisferio

Sur. Este sistema de proyección es empleado por las Fuerzas Armadas norteamericanas para la confección de su cartografía.

- b. Proyección Gauss-Krüger. Este sistema de proyección, empleado por el Instituto Geográfico Nacional para la confección de todas las cartas topográficas nacionales, divide a la República Argentina (sector continental e Islas Malvinas) en siete fajas meridianas numeradas de Oeste a Este (Figura 9). Cada faja de la grilla Gauss – Krüger mide 3° de ancho (longitud) por 34° de largo (latitud) y tiene como propio origen la intersección del polo Sur con el meridiano central de faja. Al igual que la proyección Mercator Transversal, y con el objeto de evitar coordenadas negativas, se le asigna al meridiano central de cada faja el valor arbitrario de 500.000 metros y al polo Sur el valor de cero metros.



División del país en fajas meridianas (Sistema de Gauss Krüger). Fig 9

1.005. Proyecciones cónicas

Este género de proyecciones (Figura 3) tiene su origen, salvo algunas modificaciones, en la proyección de la esfera terrestre sobre un cono tangente. Todas las proyecciones cónicas poseen paralelos circulares y meridianos radiales (Figura 10); se adaptan especialmente a la representación de regiones situadas en la zona de latitudes medias.

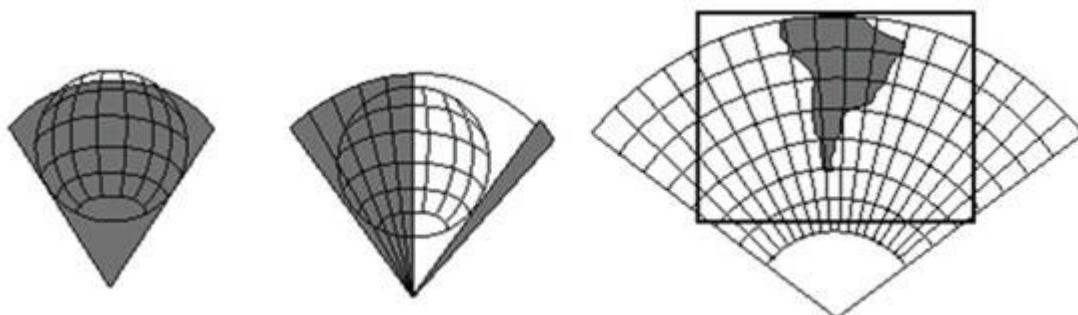
En la proyección cónica simple, las dimensiones son verdaderas sobre el paralelo base y sobre todos los meridianos. El polo está representado por un arco de círculo a distancia verdadera del paralelo base. Al norte y al sur del paralelo base, las dimensiones quedan alteradas. Esta proyección no es conforme ni equivalente, pero los paralelos y meridianos se cortan en ángulo recto y su precisión será suficiente tratándose de regiones dilatadas.

Cuando el paralelo base es el ecuador, el cono tangente se convierte en un cilindro; la proyección resultante es un mapa cilíndrico. Si el paralelo base fuera el polo, el cono tangente sería un plano y la proyección resultante se llamaría acimutal polar equidistante.

La proyección cónica se emplea con frecuencia para la formación de atlas, no solo por su sencillez y relativa precisión, sino porque un mapa construido en esta proyección es divisible en secciones; esta propiedad constituye una gran ventaja, ya que permite dibujar una región entera en una hoja y dividirla según el tamaño de las páginas del atlas.

En la proyección cónica simple, las dimensiones están falseadas, tanto al norte como al sur del paralelo central. Para remediar este inconveniente, en lugar de emplear un solo paralelo base, se dividen dos paralelos en partes verdaderas: uno en la parte superior y otro en la parte inferior del mapa. La mayor precisión se obtiene cuando los dos paralelos tomados comprenden los dos tercios de la altura del mapa.

Empleando dos paralelos base y variando convenientemente el espacio entre ellos, podrá hacerse que la proyección cónica resulte equivalente. La proyección cónica conforme de Lambert es una proyección de este tipo y la más empleada en las cartas aeronáuticas, por su pequeña anamorfosis y sus acimutes rectilíneos para una región de varios cientos de kilómetros cuadrados.



Proyección cónica. Fig 10

1.006. Proyecciones policónicas

Dividiendo la superficie de la Tierra en zonas de poca altura y trazando fajas de conos tangentes a cada una de ellas, al proyectar cada zona desde el centro de la esfera sobre el cono correspondiente, se obtiene una proyección policónica, cuyo meridiano central es una línea recta vertical, dividida por los paralelos en partes de verdadera magnitud; los paralelos son círculos no concéntricos. De esta construcción resulta que el ecuador sea una línea recta, y el polo, un punto, cuya distancia al ecuador es la misma que la medida sobre la superficie del globo. La deformación es pequeña cerca del centro de la proyección, pero aumenta rápidamente hacia los bordes.

La proyección policónica no es conforme ni equivalente, pero en las proximidades del meridiano central puede decirse que posee ambas propiedades. La alteración en las distancias es normal al 1% en todo punto situado a menos de 900 kilómetros del meridiano central.

Los meridianos rectilíneos y los paralelos circulares que limitan cada hoja permiten acoplar estas en dirección Este – Oeste o Norte – Sur, pero no en cualquier otra. En la práctica pueden acoplarse entre sí unas nueve hojas, con solo estirarlas un poco en la dirección conveniente.

1.007. Otros sistemas de proyección

En los últimos años se han evidenciado centenares de proyecciones convencionales, pero más del 90 % de todos los mapas están dibujados en las proyecciones descriptas anteriormente. Sin embargo, existen otros sistemas de proyección muy empleados para la confección de mapas climatológicos, biogeográficos, estadísticos, ilustrativos, etc. A continuación se describirán algunos de los sistemas de proyección más empleados:

- a. Proyección sinusoidal (Mercator - Sanson - Flamsteed): en esta proyección los paralelos son rectas horizontales con separación verdadera; el meridiano central es una línea recta y los demás son curvas definidas por los puntos de división verdadera de los paralelos. En la proyección sinusoidal, las regiones tropicales están poco deformadas, pero las anamorfosis son muy grandes en las latitudes elevadas.

Las dimensiones son verdaderas sobre el meridiano central y sobre todos los paralelos, pero quedan muy falseadas en los demás meridianos, sobre todo en los más alejados del central; por esta razón raramente se emplea esta proyección para los mapamundis (Figura 11). Se usa mucho esta proyección para mapas de regiones ecuatoriales y para Sudamérica, África y Australia; también se emplea ventajosamente para pequeñas regiones en latitudes medias, cuando su dimensión principal sea la Norte – Sur.



Proyección sinusoidal (Mercator - Sanson - Flamsteed). Fig 11

- b. Proyección homalográfica (Mollweide): en esta proyección los paralelos son líneas rectas horizontales y los meridianos son elípticos entre sí.

El ecuador tiene doble longitud en el meridiano central y está dividido en partes iguales. Los meridianos son de muy fácil construcción, por ser elípticos, y cada hemisferio puede representarse por un círculo. Los paralelos son horizontales; están espaciados de tal modo que cada zona comprendida entre dos consecutivos presenta igual área que la zona correspondiente en el globo, es decir que esta proyección es equivalente (Figura 12).

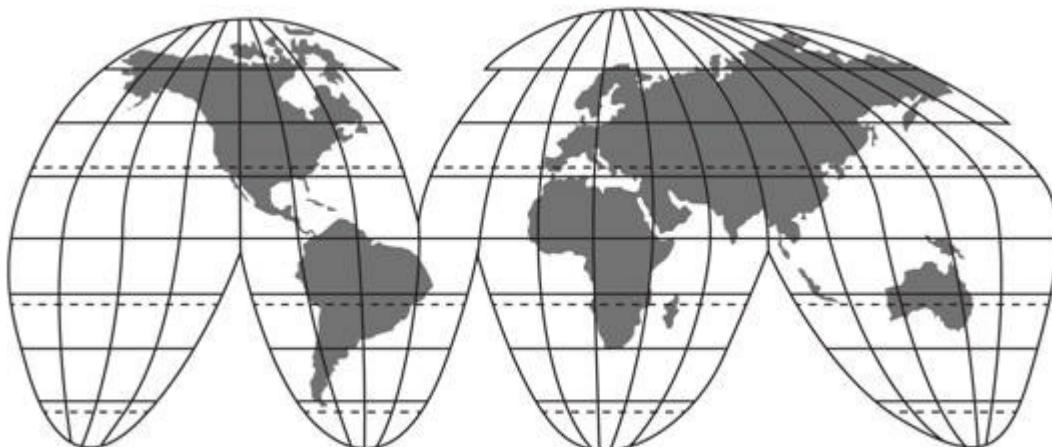
En Europa se emplea mucho esta proyección para los mapamundis, quedando convenientemente distribuidos los demás continentes, cuando el europeo está en el centro del mapa; por su parte Norteamérica queda muy deformada, por lo cual no se utilizan tales mapas en los Estados Unidos. Si en la proyección se sitúa América en el centro, quedan muy deformadas Europa y Asia. Esta proyección es recomendable para los mapas hemisféricos.



Proyección homalográfica (Mollweide). Fig 12

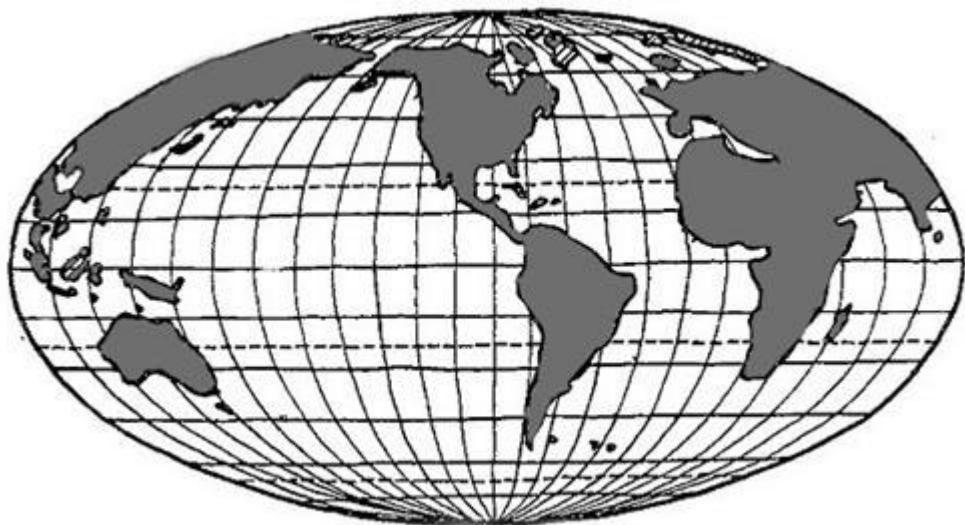
- c. Proyección homalográfica cortada (Goode): en esta proyección el ecuador está dividido en partes iguales y los paralelos están situados como en la proyección Mollweide. En vez de un meridiano central único, cada continente tiene un meridiano convencional que se toma como central, a partir del cual a izquierda y derecha se toman los otros meridianos. Esta proyección es, como se ve, equivalente y sin anamorfosis, ya que solo se utiliza la parte del cuadriculado que menos deforma las figuras (Figura 13).

Esta clase de proyección está muy indicada para fines estadísticos, pero presenta el inconveniente de la discontinuidad de los océanos. Para mapas oceanográficos se puede cortar el mapa de tal modo que los continentes queden partidos, mientras que los mares permanecen más o menos intactos.



Proyección homalgráfica. Fig 13

- d. Proyección equivalente Aitoff: se asemeja a la Mollweide, pero los paralelos están algo curvados y los ángulos un poco menos deformados. De la construcción se desprende que esta proyección es equivalente (Figura 14).



Proyección Aitoff. Fig 14

- e. Proyección globular: se emplea mucho en los mapas hemisféricos y su construcción es muy sencilla. El meridiano central, el ecuador y el círculo marginal se dividen en partes iguales, uniéndose después los puntos de división en arcos de círculo (Figura 15). Esta proyección no es conforme ni equivalente, pero sus proyecciones son aceptables.



Proyección globular. Fig 15

- f. Proyecciones estrelladas: se representa de ordinario el hemisferio Norte en proyección polar y los continentes australes como prolongaciones estelares (Figura 16). Este sistema de proyección se emplea mucho para fines climatológicos y biogeográficos.



Proyección estrellada. Fig 16

1.008. Sistemas de proyección más usados

La elección del sistema de proyección dependerá principalmente del objeto a que se destine el mapa. De los sistemas citados en los artículos 1.002 al 1.007, dentro del orden topográfico en general, se preferirán siempre las proyecciones conformes; si bien con ellas no se eliminan los errores por deformación, que son imposibles de subsanar; estos resultarán iguales en todo sentido alrededor de un punto, por lo que la carta así obtenida será más fiel y representativa de la imagen del terreno.

1.009. Cartografía internacional y extranjera (sistemas de proyección que se emplean)

En los países limítrofes de la República Argentina, el sistema de proyección empleado en la actualidad es Mercator Transversal o UTM (Mercator Transversal Universal).

1.010. Elección del sistema de proyección

Los factores más importantes que se tendrán en cuenta en la elección de un sistema de proyección serán la finalidad del mapa o carta (escala), la situación geográfica y extensión en longitud y latitud.

Cualquiera sea el sistema que se adopte en la preparación y dibujo de mapas o cartas, la representación de toda figura (o área) adolecerá de algunas deformaciones; solo para algunos puntos aislados se conseguirá una exactitud absoluta.

El empleo de signos convencionales obliga, frecuentemente, a desplazar de su verdadera ubicación en la carta, en bien de la claridad de la representación, ciertos detalles planialtimétricos. Esto contribuye a incrementar la inexactitud. De ahí que, en razón de tales errores inevitables, no tiene mayor objeto emplear proyecciones de construcción difícil, puesto que sus ventajas quedarán sin aprovechar. A medida que se exija precisión, sucederá lo contrario.

En este caso se impone la investigación y comparación cuidadosa de las propiedades de cada proyección en relación con el objeto de la carta para preparar.

1.011. Sistema de proyección utilizado en el país

- a. Sistema de proyección políconico: debido a las propiedades expresadas en el art. 1006, así como a la bondad de sus tablas y a la facilidad de su construcción, el IGN emplea este tipo de proyección para la preparación de cartas de la República Argentina, a escala 1:500.000 y menores, y para la construcción de las hojas del mapa mundial al millonésimo.
- b. Sistema de proyección estereográfica polar (Figura 4): el IGN emplea este tipo de proyección para el cartografiado de la Antártida Argentina e islas del Atlántico Sur.

- c. Sistema de proyección Gauss – Krüger (Figura 9): en virtud de las propiedades de este sistema, ya expresadas en el artículo 1.004.b, el IGN emplea esta proyección para el cartografiado del sector continental del país y las Islas Malvinas.

SECCIÓN II

SISTEMAS Y MARCOS DE REFERENCIA

1.012. Evolución de los sistemas de referencia

a. Sistemas locales nacionales

En épocas pasadas, a medida que se iban generando las necesidades de trabajos geodésicos en distintas regiones del país, estos se llevaban a cabo en forma local y con distintos orígenes.

Así, podemos mencionar los siguientes sistemas:

- 1) YAVI (JUJUY).
- 2) CHOS MALAL (NEUQUÉN).
- 3) UBAJAY (SOBRE EL RÍO URUGUAY).
- 4) PAMPA DEL CASTILLO (CHUBUT).
- 5) TAPI AIKE (SANTA CRUZ).
- 6) CARRANZA O CHUMBICHA (CATAMARCA).
- 7) 25 DE MAYO (SAN JUAN).
- 8) HUEMULES (CHUBUT Y SANTA CRUZ).
- 9) USPALLATA (desarrollado por el Instituto de Geodesia de la Universidad de Buenos Aires).
- 10) SISTEMAS DE LAS COMISIONES ARGENTINAS DEMARCADORAS DE LÍMITES (extendidos a lo largo de las fronteras con Chile, Paraguay, Bolivia, Brasil y Uruguay).
- 11) SISTEMA CAMPO INCHAUSPE 1969.

El sistema Campo Inchauspe tiene el mismo origen que Campo Inchauspe 1954.

En 1969, los polígonos cerrados eran 19 y se realizó entonces un recálculo de la estación astronómica Campo Inchauspe para reducirla al Origen Convencional Internacional recomendado por la U.G.G.I. en 1967 y el ajuste de la red (1000 puntos con 5000 observaciones: ángulos, distancias y acimuts) mediante el método de variación de coordenadas geográficas.

El error medio de la unidad de peso del ajuste fue 0.42" y a la compensación de la red fundamental siguieron las compensaciones de las redes de densificación de primero y segundo orden medidas para la época. Esta red y sus coordenadas recibieron el nombre de Campo Inchauspe 1969.

A continuación, y a medida que se cerraban polígonos o se completaban las redes de densificación, se realizaba su compensación. Dentro del marco rígido de cada orden superior, se calcularon y ajustaron las redes de tercero y cuarto orden y también se redujeron al mismo sistema los trabajos previos existentes en el país.

La finalización de los trabajos de triangulación y poligonación fue marcada por la aparición de la geodesia satelital. Los puntos con coordenadas Campo Inchauspe 1969 sumaban 18000, y la cantidad de anillos de primer orden cerrados, 44.

La precisión de la red puede considerarse comprendida entre los 3 y 10 ppm sobre la base de los resultados estadísticos de las compensaciones parciales. También puede analizarse a partir de su comparación con patrones externos. Al respecto existen dos principales: la red Doppler 1978 y la red POSGAR 94.

Ejecución

La marcación típica de los puntos de primero, segundo y tercer orden fue un pilar de hormigón coronado con una chapa de bronce con la leyenda *Ejército Argentino - Instituto Geográfico Militar* y la sentencia "hasta cuatro años de prisión a quien destruya esta señal". Los puntos de cuarto orden son, en su mayoría, molinos de viento o torres de iglesias.

En cada punto de la red, para poder observar los circundantes, se erigía la torre de triangulación de sección cuadrada con alturas que alcanzaron los 36 metros. En el caso de vértices ubicados en las cumbres de las montañas, bardas o lomas, se instaló la llamada torre de montaña de aproximadamente 1.20 m de altura que permite estacionar el teodolito.

b. Sistemas geocéntricos.

1) ITRF (International Terrestrial Reference Frame)

Esta red es mantenida, perfeccionada y densificada por una organización internacional, el IERS (International Earth Rotation Service).

Surgió por la necesidad de brindar coordenadas de puntos de la superficie terrestre con un nivel muy alto de precisión. Como consecuencia de esta necesidad, en el año 1990 se generó la idea de que en geodesia cada punto posee cuatro coordenadas: latitud, longitud, altitud y velocidad de desplazamiento del terreno. Esta cuarta coordenada fue definida para poder alcanzar el nivel de precisión deseado, ya que como las placas tectónicas se encuentran en un continuo movimiento, no existe la posibilidad de considerar como fijo ningún punto del terreno con respecto a un sistema terrestre.

El sistema ITRF viene acompañado por la época de medición, lo cual permite estimar parámetros de transformación para referir cualquier coordenada al sistema fijo.

La Asociación Internacional de Geodesia (AIG) recomendó en el año 1991 el uso de ITRF en geodinámica y WGS84 en geodesia práctica.

2) WGS84 (World Geodetic System 1984)

El WGS84 es un sistema de referencia creado por la Agencia de Mapeo del Departamento de Defensa de los Estados Unidos (Defense Map Agency - DMA) para sustentar la cartografía producida en dicha institución y las operaciones del Departamento de Defensa.

Este sistema geodésico estuvo estrechamente ligado al desarrollo del sistema de posicionamiento global (GPS) sirviendo durante mucho tiempo para expresar las posiciones tanto de los puntos terrestres como de los satélites integrantes del segmento espacial (a través de las efemérides transmitidas).

Desde el punto de vista militar, WGS84 es el sistema oficial aprobado por la Junta de Comandantes en Jefe de Estados Unidos para las operaciones militares en todo el mundo. Casi todo el equipamiento militar actual, incluyendo sistemas de navegación y armamentos, emplean de algún modo este sistema de referencia mundial.

El **WGS84** no es solo un sistema geocéntrico fijado a la Tierra de ejes X, Y, Z sino además un sistema de referencia para la forma de la Tierra (elipsoide) y un modelo gravitacional.

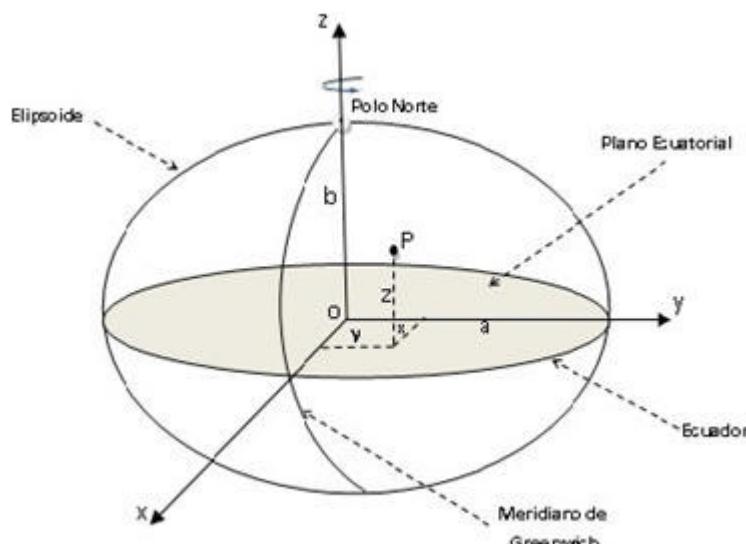
El **WGS84** se ha popularizado por el uso intensivo de **GPS** y se han determinado parámetros de transformación para convertir coordenadas a todos los sistemas geodésicos locales y otros sistemas geocéntricos.

3) Definición del sistema de referencia empleado actualmente en nuestro país

El sistema de referencia **WGS84** es un sistema global geocéntrico, definido por los siguientes parámetros:

- Origen: centro de masa de la Tierra.
- Sistemas de ejes coordenados:

- Eje Z: dirección del polo de referencia del IERS (The International Earth Rotation Service).
 - Eje X: intersección del meridiano origen definido en 1984 por el BIH (Bureau international de l'heure) y el plano del ecuador.
 - Eje Y: eje perpendicular a los dos anteriores y coincidente con el origen.
- Elipsoide WGS84: elipsoide de revolución definido por los parámetros:
- Semieje mayor (a): 6.378.137 m
 - Semieje menor (b): 6.356.752,3142 m.
 - Achatamiento f: 1/298,257223563.
- Constante de gravitación terrestre:
- GM: 3,986004418x10¹⁴m³/s².
- Velocidad angular (?): 7,292115x10⁻⁵ rad/s.



Sistema de Referencia Global 1984 (WGS84). Fig 17

c. Principales características de los sistemas de referencia geodésicos

	Sistemas locales	Sistemas globales
Ambito de aplicación	Reducido, no universal	Global
Materialización	Redes de triangulación de diversos órdenes cuyos vértices se denominan puntos trigonométricos	Redes de puntos de gran precisión
Método de materialización	Costoso. Involucra la necesidad de determinaciones astronómicas	Sencillo. No requiere determinaciones astronómicas
Alcance	Planimétricos	Planialtimétricos
Ajuste de redes	Complejo	Sencillo
Precisión	En el orden de 3 a 10 ppm	1 ppm

1.013. Marcos de referencia

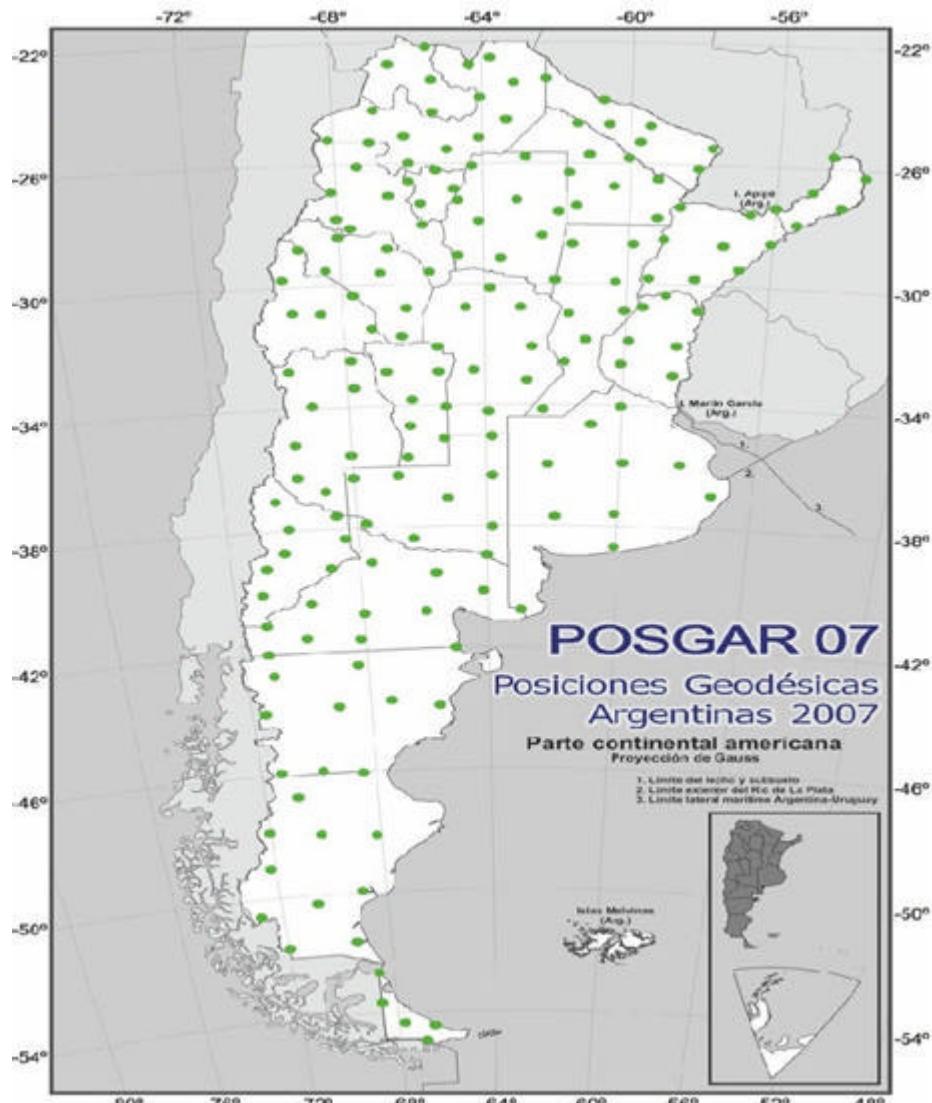
a. Definición de marco de referencia

La materialización de un sistema de referencia se denomina marco de referencia. Este sistema se materializa a partir de la construcción, la medición y el posterior cálculo de las coordenadas de una serie de puntos o pilares localizados sobre la superficie terrestre. Dichos puntos conforman una red geodésica.

El Instituto Geográfico Nacional es el responsable del establecimiento, mantenimiento, actualización y perfeccionamiento del marco de referencia geodésico nacional.

b. Marco de referencia empleado en nuestro país

La República Argentina adoptó en el año 2009 como marco de referencia geodésico nacional al POSGAR 07 (Posiciones Geodésicas Argentinas 2007). Este marco se vinculó al marco de referencia terrestre internacional denominado ITRF05 (International Terrestrial Reference Frame 2005) y SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas). Consta de 178 coordenadas pertenecientes a pilares materializados sobre el terreno y además todas las coordenadas de las estaciones GPS permanentes que pertenecen a la red RAMSAC (Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo). Posteriormente, se integraron redes geodésicas provinciales existentes y la del Proyecto PASMA (Proyecto de Apoyo al Sector Minero Argentino), dando origen a una red de aproximadamente 4500 puntos.



Marco de Referencia POSGAR 07. Fig 18

SECCIÓN III

CLASIFICACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA

1.014. Clasificación de la cartografía. La cartografía en uso se clasifica de la siguiente manera:

a. Por su origen.

- 1) Básica: es aquella que se obtiene por procedimientos directos de registro y medición de la superficie terrestre, de acuerdo con normas técnicas de carácter oficial, independientemente de su escala.
- 2) Derivada: aquella que se forma por procesos de adición, compilación o generalización de la información topográfica contenida en la cartografía básica preexistente.
- 3) Temática: la que, utilizando como soporte cartografía básica o derivada, singulariza o desarrolla algún aspecto concreto de la información topográfica contenida en aquella, o incorpora información adicional específica.

b. Por su área de incumbencia

- 1) Local: se circumscribe a un área limitada, relacionada o no con el sistema nacional de referencia. Su objetivo es satisfacer un determinado requerimiento, pudiendo conformar (según el caso) la cartografía nacional.
- 2) Regional: su ámbito se circumscribe a las características regionales, pudiendo o no pertenecer al sistema nacional de referencia. Su objetivo es propender al desarrollo de dicho sistema. También podrá conformar, según el caso, la cartografía nacional.
- 3) Nacional: debe cubrir todo el territorio del país y pertenecer al sistema nacional de referencia. Su utilidad deberá responder a múltiples objetivos y estará estructurada según un planeamiento orgánico y nacional.

c. Por su escala

En función de los conceptos aceptados en el orden nacional y teniendo presente los trabajos realizados por el IGN, tanto para cartas topográficas como trabajos especiales, la cartografía se clasifica por su escala en:

- 1) Escala grande: 1: 1.000 a 1: 20.000.
- 2) Escala media: de 1:25.000 a 1: 200.000.
- 3) Escala chica: de 1:250.000 a 1: 1.000.000.

d. Por su contenido y forma

- 1) Carta topográfica: carta básica o derivada que incluye los elementos naturales y artificiales del terreno. Permite efectuar mediciones planimétricas y altimétricas dentro de tolerancias conocidas.
- 2) Carta planimétrica: aquella que contiene las características de una carta topográfica, pero sin la información altimétrica.
- 3) Carta geográfica: aquella en la cual se representan los elementos planimétricos y altimétricos principales, utilizándose para la altimetría curvas de nivel, capas hipsométricas o esfumaje. Se confeccionan a escala 1:500.000 o menores.
- 4) Carta en relieve: carta planimétrica, donde la altimetría se representa en un sistema tridimensional, en el cual la escala podrá ser igual o distinta a la planimetría.
- 5) Carta catastral: aquella que suministra la información pertinente de áreas urbanas y rurales.

- 6) Cartas especiales: aquellas que representan una información específica en particular, cualquiera fuera su naturaleza.
- 7) Cartas militares: aquellos documentos temáticos de empleo específico en las Fuerzas Armadas. Algunos documentos, de acuerdo con lo establecido para cada Fuerza, se podrán clasificar en:
 - a) Armada:
 - (1) Cartas de rutas oceánicas.
 - (2) Hojas GEBCO (batimétricas).
 - (3) Cartas para operaciones de submarinos.
 - (4) Cartas DEGAUSSING (estudios de campos magnéticos, etc.).
 - b) Ejército:
 - (1) Cartas de transitabilidad.
 - (2) Cartas de suelos.
 - (3) Carta de lugares aptos para operaciones aerotransportadas.
 - (4) Cartas de caminos y puentes.
 - (5) Cartas de agua.
 - (6) Cartas de zonas urbanizadas, etc.
 - c) Fuerza Aérea:
 - (1) Cartas aeronáuticas.
 - (2) Cartas de radionavegación.
 - (3) Cartas de aproximación por instrumentos, etc.
- 8) Cartas imagen: productos que se obtienen a partir de imágenes satelitarias a las cuales, mediante procedimientos de ajuste, se las rectifica por medio del cálculo computacional. Se logran así precisiones planimétricas que se corresponden con las normas cartográficas establecidas por cada país y aplicables para las escalas medias y pequeñas. Se agrega a la imagen obtenida una red de cuadrículas que pueden no disponer de nomenclatura y simbología cartográfica. Su aplicación está orientada a la actualización cartográfica.
- 9) Ortofotocarta: está constituida por fotogramas aéreos rectificados en forma diferencial, es decir, transformando a los fotogramas de una proyección central a una proyección ortogonal. Se eliminan así distorsiones planimétricas motivadas por la inclinación de la cámara y por el relieve del terreno. Dispone de posición geográfica determinada, red de cuadrículas y puede no tener simbología y nomenclatura cartográfica.
- 10) Fotocarta: está constituida por fotogramas aéreos rectificados y apoyados en una red de puntos, dispone de la posición geográfica determinada, red de cuadrículas y puede no tener simbología y nomenclatura cartográfica.
- 11) Mosaico aéreo apoyado: se obtiene merced a la superposición de fotogramas enderezados o rectificados con su ubicación planimétrica fijada previamente en un tablero.
- 12) Mosaico aéreo semiapoyado: se obtiene armando un conjunto de fotografías, superponiendo en forma aproximada detalles en ellas, con su ubicación planimétrica fijada previamente en un tablero.

13) Mosaico aéreo sin apoyo: resultado obtenido de una compaginación de fotografías efectuadas por simple superposición de detalles.

SECCIÓN IV

DIMENSIONES E IDENTIFICACIÓN DE LA HOJA

1.015. Dimensión de la hoja

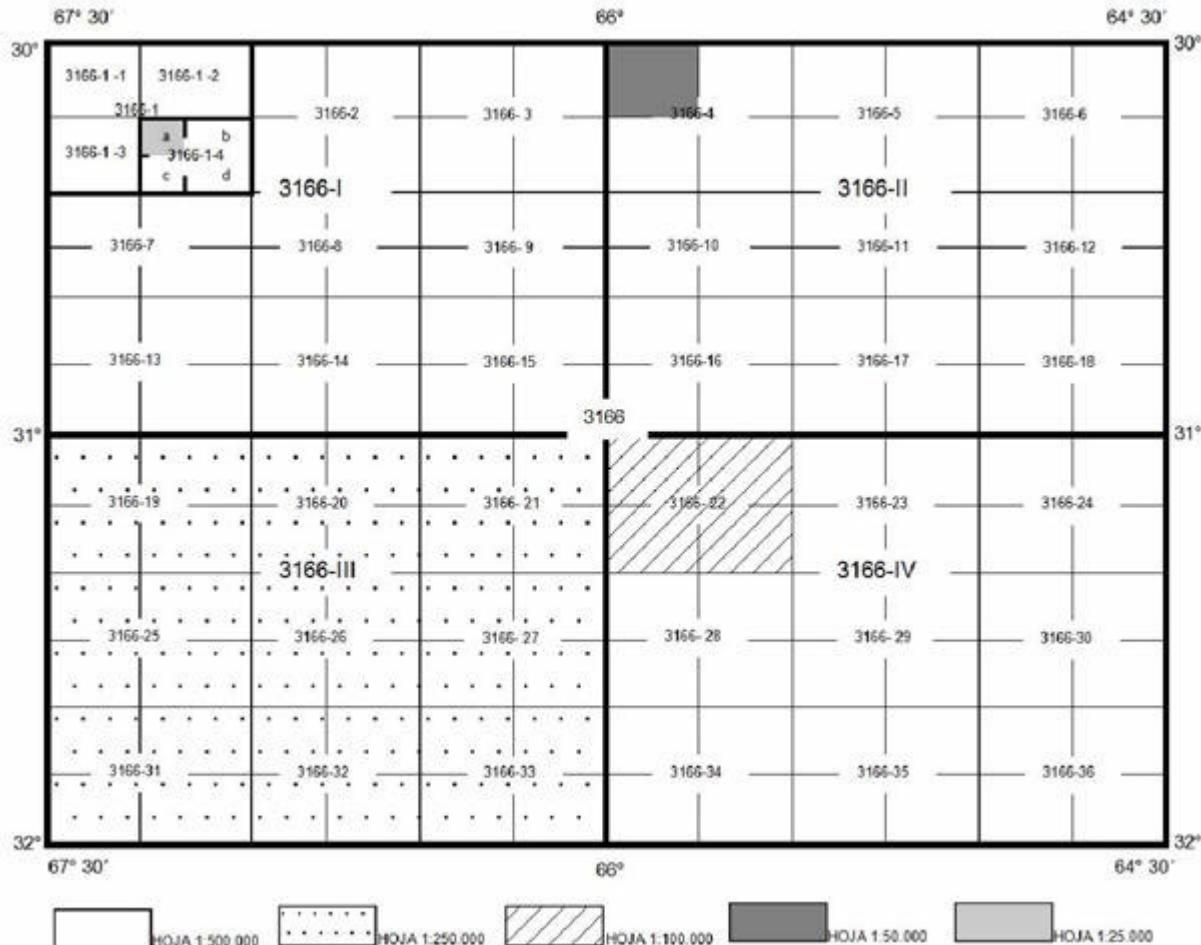
Para cada escala la hoja está dimensionada, de manera tal que su tamaño no resulte incómodo para los usuarios; al mismo tiempo, satisface la condición de que, al compilar una carta a escala menor, el número de hojas que la componen resulte un mínimo y, además, en estas queden enteras.

1.016. Identificación de las hojas

Para identificar una hoja se recurre a su característica, la que está constituida por un número que permite ubicar geográficamente la hoja.

1.017. Dimensiones y características de las hojas por la escala

- Cartas a escala 1: 500.000: 3° en longitud por 2° en latitud. Están limitadas al Norte y al Sur por paralelos pares y, como meridiano central, el de la faja a la cual pertenecen. Su característica se forma con cuatro números, de los cuales los dos primeros indican el valor del paralelo central de la hoja y los dos siguientes, el de su meridiano central, que es el de la faja. Por ejemplo: hoja 3166 (Figura 19).



Dimensiones y características de la hoja. Figura 19

- b. Cartas a escala 1: 250.000: 1°30' en longitud por 1° en latitud. Cada una de ellas comprende una superficie igual a 1/4 de la de 1: 500.000 y se la numera con números romanos del I al IV, según el sentido de la escritura corriente. Su característica está formada por la de la hoja 1: 500.000 que integra y a continuación, separado por un guión, el número romano que le corresponde por el orden que ocupa dentro de aquella. Por ejemplo: hoja 3166-I (Figura 19).
- c. Cartas a escala 1: 100.000: 30' en longitud por 20' en latitud; están numeradas del 1 al 36 en el sentido de la escritura corriente, dentro de la respectiva carta a escala 1: 500.000. Su característica está formada por la de la hoja 1: 500.000 que integra y a continuación, separado por un guión, el número de orden que le corresponde por el lugar que ocupa en ella. Por ejemplo: hoja 3166-I (Figura 19).
- d. Cartas a escala 1: 50.000; 15' en longitud por 10' en latitud; están numeradas del 1 al 4 en el sentido de la escritura corriente dentro de la respectiva carta a escala 1: 100.000 que la comprende. Su característica estará formada por la que corresponde a la hoja 1: 100.000 que integra y a continuación, separado por un guión, el número de orden que le corresponde por el lugar que ocupa. Por ejemplo: hoja 3166-I-4-d (Figura 19).
- e. Cartas a escala 1: 25.000; 7' 30" en longitud por 5' en latitud; se numeran con las letras a, b, c y d en el sentido de la escritura corriente, dentro de la respectiva hoja a escala 1: 50.000 que integran. Su característica está formada por la correspondiente a la hoja 1: 50.000 que la compone y a continuación, separada por un guión, la letra de orden que ocupa. Por ejemplo: hoja 3166-1-4-d (Figura 19).

ESCALAS	DIMENSIONES DE LA HOJA		CANTIDAD DE HOJAS QUE COMPONEN UNA CARTA 1:500.000	FORMA DE NUMERAR LAS HOJAS	CANTIDAD APROXIMADA DE HOJAS QUE COMponen EL TERRITORIO NACIONAL (1)
	LATITUD	LONGITUD			
1:500.000	2° 00'	3° 00'	---	---	71 (1) (2)
1:250.000	1° 00'	1° 30'	4	I a IV	256 (3)
1:100.000	0° 20'	0° 30'	36	1 a 36	1.860 (3)
1:50.000	0° 10'	0° 15'	144	1 a 4	7.065 (3)
1:25.000	0° 05'	0°07'30"	576	a-b-c-d	21.600 (3)

(1) Menos Antártida.

(2) A los efectos de su cómputo, las hojas que incluyen fronteras internacionales fueron consideradas totalmente dentro del territorio argentino.

(3) Hojas en nueva posición geográfica que abarca el territorio nacional.

SECCIÓN V

INFORMACIÓN MARGINAL

1.018. Datos marginales

Es el conjunto de datos técnicos contenidos en el margen de una carta que se deben tener en cuenta para su correcta lectura.

Los datos marginales en una carta varían con la zona que ésta representa y la escala utilizada. Su lectura e interpretación resulta sencilla, conociendo las prescripciones del presente reglamento y las del reglamento "Signos Cartográficos".

A fin de enunciar e interpretar la información marginal contenida en las cartas, a modo de ejemplo, se empleará a continuación la carta VERÓNICA, hoja 3557-27-1, a escala 1: 50.000.

- a. Nombre de las cartas. Únicamente las cartas a escala 1:500.000 y mayores llevan impreso su nombre y la característica que las individualiza. El nombre se selecciona entre aquellos que contiene la carta; el criterio que se adopta como norma para dicha selección está fijado por la importancia que revista en sí la denominación (Figura 20).

CARTA TOPOGRÁFICA DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

VERÓNICA

BUENOS AIRES

LEVANTADA EN EL AÑO 1985

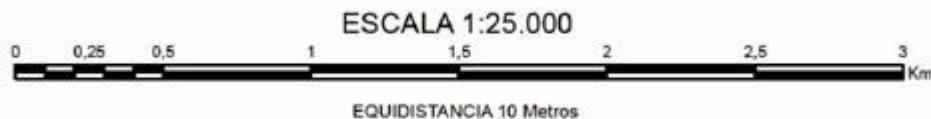
Nombre y levantamiento. Fig 20

- b. Característica. Es un número que identifica a una hoja y que permite ubicar geográficamente la carta (ver art. 1.019) (Figura 21).

HOJA 3557-27-1

Figura 21: Característica.

- c. Escala y equidistancia. La escala es la relación numérica de semejanza entre una distancia horizontal en el plano y la distancia correspondiente sobre el terreno; se imprime en forma numérica al pie de la carta y, debajo de ella, en forma gráfica. La equidistancia es la separación entre las cotas de las curvas de nivel y resulta siempre constante; la equidistancia se imprime siempre debajo de la escala gráfica (Figura 22).



Escala y equidistancia. Fig 22

- d. Levantamiento. Debajo del nombre de la carta se imprime la fecha del levantamiento hecho en el terreno representado.
- e. Edición. En el margen derecho de la carta se imprime la fecha de edición y/o actualización y el tiraje de esa oportunidad.
- f. Reimpresión. La reimpresión de una carta aparecerá debajo de la edición en forma de quebrado, donde el numerado indica el mes y año de reimpresión y el denominador del tiraje (Figura 23).

EDICIÓN SETIEMBRE 1967 (500 Ejem)

IV – 90
600

Figura 23:
Edición y reimpresión.

- g. Sistema de proyección. En toda carta se indica a qué sistema están referidas las coordenadas planas.
- h. Coordenadas geográficas. Aparecen en los vértices de la figura y delimitan geográficamente el área que comprende una hoja (Figura 19).

- i. Coordenadas planas. Sus valores aparecen en los vértices de la figura y en los extremos de las líneas que forman la grilla.
- j. Cuarterones:
- 1) División política.
 - 2) Ubicación de la hoja.
 - 3) Levantamiento utilizado para la confección de la carta.
 - 4) Zonas con distintas equidistancias.
 - 5) Región nevada inaccesible en invierno.
 - 6) Situación de la hoja.

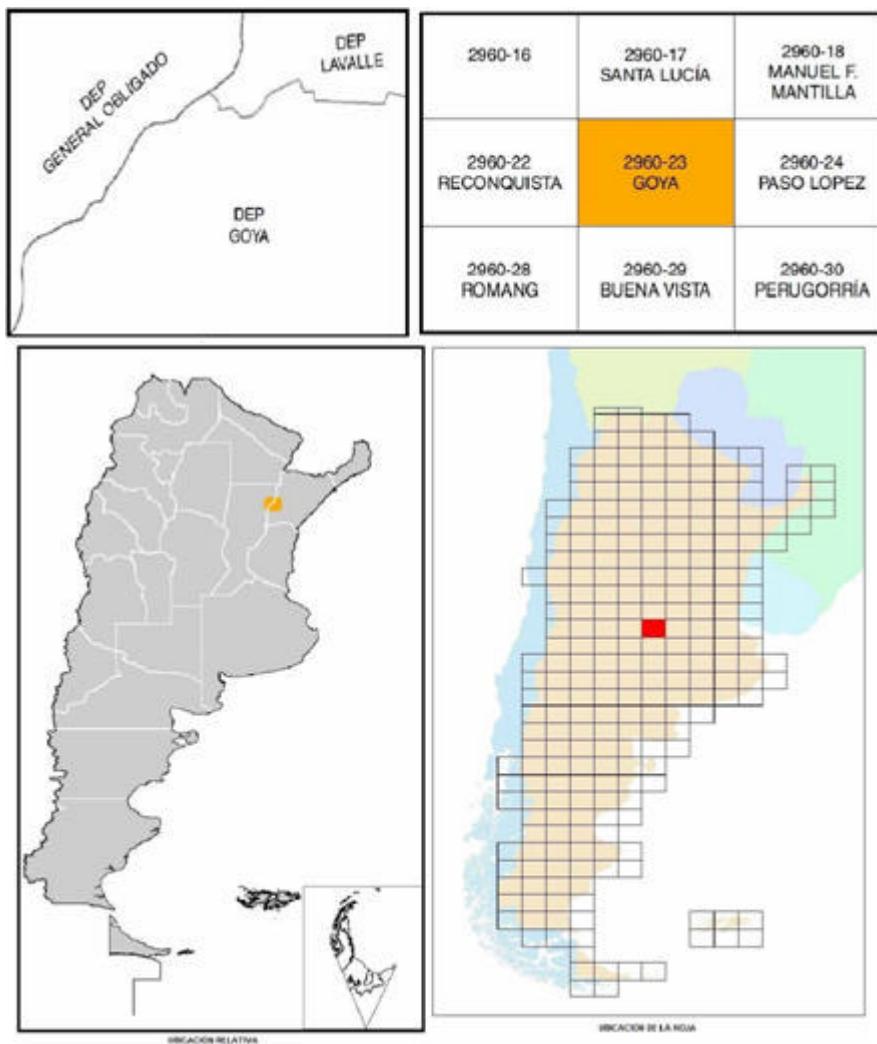
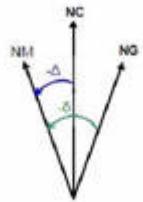


Figura 24: Cuarterones.

- k. Diagrama de declinación. Este diagrama, inserto en la información marginal, indica en grados y minutos los ángulos formados con las direcciones norte desde el terreno representado en la carta, con la aclaración de su variación anual, a una fecha determinada, y referidos al centro de la carta de que se trate.

VALORES PARA EL CENTRO DE LA HOJA
al 12 de abril de 2012



Desviación Magnética (Δ) = 7° 51' O
 Declinación Magnética (δ) = 7° 52' O
 Variación Anual = 9' O

Diagrama de declinación. Fig 25

- I. Signos cartográficos y abreviaturas. En el margen derecho de la carta aparecen los signos cartográficos y las abreviaturas empleados en ella (Figura 26).

	CIUDAD
	LOCALIDAD
	CASERÍO
	PARAJE
	ESTANCIA
	PUENTE
	POLICÍA PROVINCIAL
	BOMBEROS VOLUNTARIOS
	HOSPITAL
	PUERTO
	ALMACÉN
	ESCUELA

Signos cartográficos. Fig 26

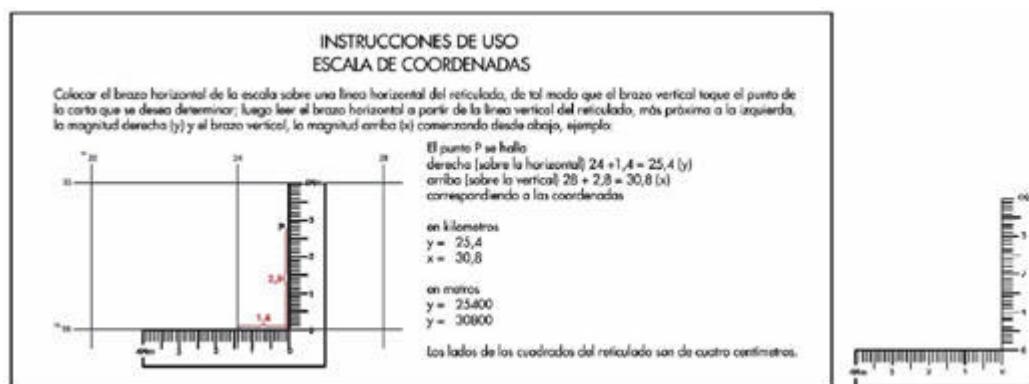
- m. Puntos trigonométricos y auxiliares. En toda carta se indica a qué sistema están referidas las coordenadas planas de los puntos trigonométricos que contiene (sistema Ubajay, Inchauspe, Castelli, etc.), su número en la carta y de registro y su nombre; con ellos se puede solicitar la monografía correspondiente al IGN (Figura 27).

PUNTOS TRIGONOMÉTRICOS Y AUXILIARES

PUNTO		
Número En la carta	De registro	Nombre
1		CERRO VEGA MALA
2		COORDILLERA CHICA
3		CERRO TRES MARÍAS
4		CAMPO PRIMAVERA
5		CERRO PUNTA ALTA
6		LOMA AMARILLA
7		CERRO PUNTA GRUESA
8		MESETA LATORRE
9		CERRO MIRADOR
10		CAMPO LA DEBOTEA
11		LOMA ROSPENTEK
12		CERRO ALEJANDRO

Puntos trigonométricos. Fig 27

- n. Escala de coordenadas. Esta escala permite localizar fácilmente un punto en la carta por medio de sus coordenadas planas (Figura 28).



Escala de coordenadas. Fig 28

1.019. Enumeración de los datos marginales de una carta imagen

La cartografía se elabora en diferentes escalas y puede adaptarse a las necesidades del usuario. Por ello cada producto cartográfico es único, ya que distintos usuarios adaptan el producto cartográfico a sus necesidades particulares.

La información marginal contiene datos climáticos de la zona representada y cualquier otro dato de interés que complemente el producto final. Cada usuario tiene una necesidad diferente para el empleo del producto cartográfico, es por ello que la información marginal es adecuada a sus necesidades particulares.

- a. Climograma Figura 29)

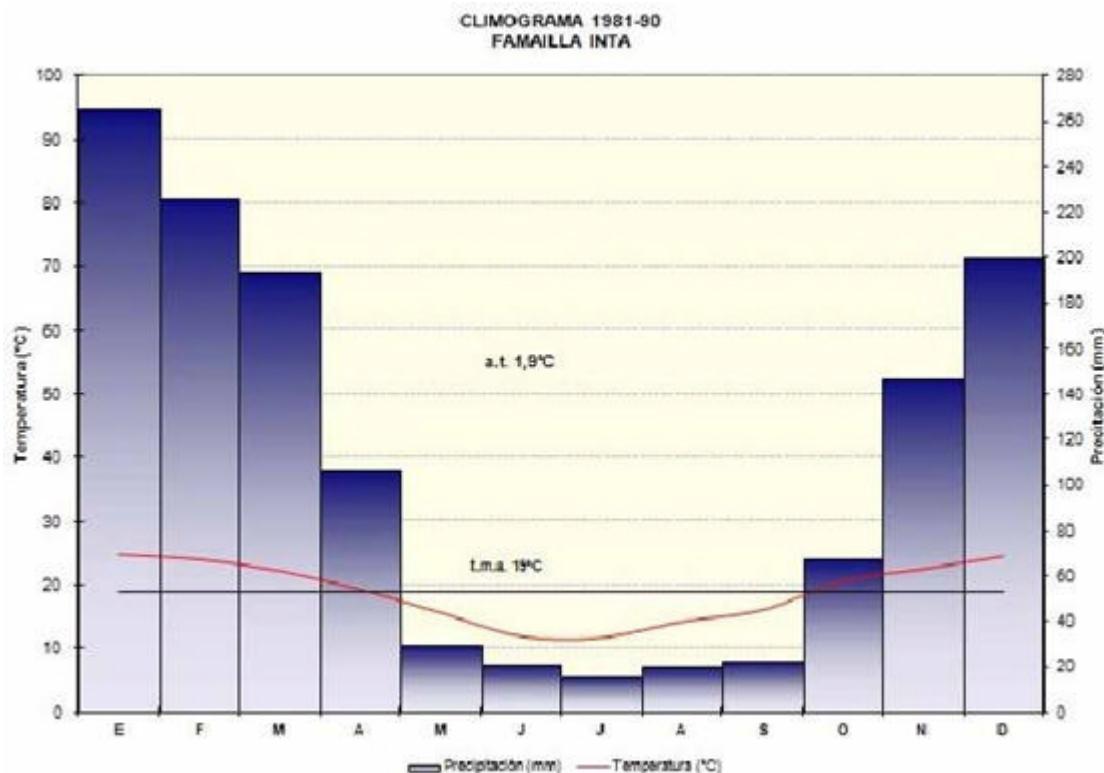


Figura 29:
Climograma.

b. Número medio de días (Figura 30)

TUCUMAN AERO II 1981 - 1990

Parámetro Mes	Número medio de días con:							Frecuencia		
	Precipitación >=0,1 (mm)				Tormentas	Heladas	Viento		>=43 Km/h	Predominante (en escala de 1000)
		Cielo Cubierto	Cielo Claro	Niebla			Fuertes	Predominante (en escala de 1000)		
Ene	15	13	4	0,3	11	0	8	194	91	
Feb	12	11	2	0,3	8	0	6	192	89	
Mar	14	15	6	2	4	0	3	142	108	
Abr	10	16	4	4	1	0	1	139	105	
May	6	13	8	3	0,1	0	0,8	190	92	
Jun	5	12	9	4	0,1	0,3	0,2	198	89	
Jul	4	10	12	2	0,1	1	0,4	210	93	
Ago	3	9	12	1	0,1	0,0	2	221	97	
Set	4	10	11	0,6	0,9	0	4	179	121	
Oct	6	11	9	0,3	3	0	6	138	137	
Nov	12	12	5	0,7	7	0	6	130	149	
Dic	12	11	4	0,3	11	0	7	159	129	
Anual	103	142	85	16,5	46,3	1,5	44,4	174	108	

Número medio de días. Fig 30

c. Valores medios (Figura 31)

Parámetro Mes	TUCUMAN AERO II - Valores Medios 1981-1990						
	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)	Viento Medio (Km/h)	Nubosidad Total (Octavos)	
	Min	Med	Máx				
Ene	20,2	25,3	31,3	75	9,2	5,0	196,2
Feb	19,2	24,2	30,2	77	9,5	5,1	159,1
Mar	18,0	22,2	27,7	83	7,4	5,2	161,0
Abr	15,1	19,1	24,4	84	8,2	5,3	87,2
May	11,0	15,5	21,2	81	6,8	4,7	14,7
Jun	7,6	12,2	18,2	80	5,8	4,4	14,0
Jul	6,8	12,1	19,1	74	5,6	3,7	11,4
Ago	8,6	14,7	22,5	66	7,6	3,8	12,4
Set	10,6	17,1	24,5	63	9,1	3,8	13,3
Oct	15,1	21,6	29,0	62	9,4	4,2	47,0
Nov	17,5	23,2	29,6	70	9,5	4,8	96,8
Dic	19,4	24,9	30,6	73	9,0	4,8	200,4
Anual	14,1	19,3	26,7	74	7,9	4,6	993,3

Valores medios. Fig 31

d. Información meteorológica (Fig. 32).

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional
 Estación Meteorológica TUCUMAN AERO II
 Provincia de Tucumán
 Lat: 26° 51' S - Long: 65° 06' W - Alt: 450 m

Referencias:
 t.m.a.: temperatura media anual
 a.t.: amplitud térmica
 s/d: sin datos

Fuente. Fig 32

CAPÍTULO II

PLANIMETRÍA

SECCIÓN I

ESCALAS

2.001. Definición. La planimetría “*es la representación en el plano de una porción de la superficie terrestre con los accidentes naturales y elementos culturales que existen en la misma, por medio de signos y símbolos convencionales. Se acostumbra agrupar los signos por su temática o relación directa, en secciones tales como: accidentes hidrográficos, vías de comunicación, vegetación, obras de arte, límites políticos, etc.*”.

Para poder realizar una representación lo más fiel posible de la superficie terrestre en un plano, habiendo seleccionado el sistema de proyección adecuado, es necesario aplicar el concepto de escala, que es la relación dimensional entre la realidad y su representación.

2.002. Conceptos generales. Un mapa o carta es una representación gráfica de una porción de la superficie terrestre, realizada de tal manera que guarde relación uniforme y proporcional. Esta relación entre una distancia horizontal en el plano (mapa) y la distancia correspondiente en el terreno se conoce como **ESCALA** del mapa. Por lo tanto, la escala es la relación numérica de semejanza entre una distancia horizontal en el plano y la distancia correspondiente sobre el terreno.

2.003. Tipos de escalas

Las escalas se pueden representar en forma numérica o gráfica.

- a. **Escala numérica:** la escala es una relación que se representa como fracción, denominada fracción representativa. Una fracción representativa de 1:50.000 o 1/50.000 indica que: “*Una unidad de medida en el mapa equivale a 50.000 de la misma unidad de medida sobre la superficie del terreno*”. Y se lee: “*uno en cincuenta mil*”.

En la unidad representativa, cuanto más grande sea el denominador, menor será la escala, porque será más fuerte la reducción que se hace del terreno para pasarlo al plano, por tanto menor es el detalle de la información pero, si el tamaño del mapa se mantiene constante, mayor será la superficie considerada. Por el contrario, cuanto más chico sea el denominador, mayor será la escala, porque será menos fuerte la reducción que se hace del terreno para pasarlo al plano, pero también será menor la superficie considerada con la ventaja de contener mayor detalle de información.

En las imágenes a continuación observamos una misma porción del terreno. La imagen nro. 1 a escala 1:25.000 y la imagen nro. 2 a escala 1:50.000. Visualizamos claramente mayor grado de detalle de la información a mayor escala (1:25.000), pero menor porción del terreno considerado; y viceversa a escala menor (1:50.000).



Imagen nro. 1: Escala 1:25000



Imagen nro. 2: Escala 1:50000

Simbólicamente, la escala se representa con la letra **E**, con la letra **M** (distancia medida en la carta) y con la letra **L** (la distancia medida del terreno).

Es decir que **$E = M / L$**

Si a la fracción representativa ($1/50.000$) al denominador lo designamos **D**, podemos escribir que:

$$E = M / L = 1 / D$$

De esta relación surge que:

$$\begin{aligned} L &= M \times D \\ M &= L / D \end{aligned}$$

Vale decir que si conocemos la medida **M** en un plano (carta) y queremos hallar su valor en el terreno (**L**), debemos multiplicar **M** por el denominador **D** de la escala.

Caso contrario, si conocemos el valor de una medida en el terreno (**L**) y deseamos hallar su valor en el plano (**M**), debemos dividir **L** por el denominador **D** de la escala.

2.004. Empleo de escalas numéricas

Daremos tres ejemplos:

a. Ejemplo 1:

- **E = 1: 100.000** entonces **D = 100.000**
- **L = 5 km = 500.000 cm**
- **M = ?**
- **M = L / D = 500.000 cm / 100.000 = 5 cm**

b. Ejemplo 2:

- **E = 1: 500.000** entonces **D = 500.000**
- **M = 10 cm**
- **L = ?**
- **L = M × D = 10 cm × 500.000 = 5.000.000 cm = 50 km**

c. Ejemplo 3:

- **M = 10 cm**
- **L = 10 km = 1.000.000 cm**
- **E = ?**
- De la relación **M / L = 1 / D**, despejamos **D = L / M**
- **D = 1.000.000 cm / 10 cm = 100.000**
- Por lo tanto el valor de la escala es **E = 1 / 100.000**

d. Regla nemotécnica

"1 mm en la carta topográfica equivale en el terreno en metros al número de miles del denominador de la escala".

Por ejemplo, en una cartografía a escala **1: 500.000**, el número de miles del denominador de la escala es **500**. Esto significa que **1 mm** en la carta topográfica equivale a **500 m** en el terreno.

2.005. Escala gráfica. Es una línea dividida en "n" segmentos iguales, expresados en metros, kilómetros o la unidad adoptada en el mapa. A la derecha del cero se presentan las unidades marcadas como unidades de medidas completas. A la izquierda del cero aparece una zona llamada **talón**, dividida en subunidades.

La escala gráfica se utiliza para evitar que la relación indicada en el mapa sea alterada, debido a ampliaciones o reducciones del mapa original. Por esto, las escalas gráficas permiten, midiendo las distancias de la carta, determinar las medidas del terreno.

Ejemplos de escalas gráficas

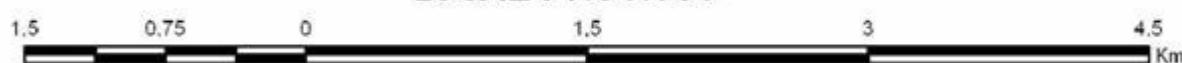
ESCALA 1:25.000



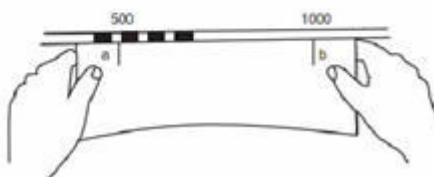
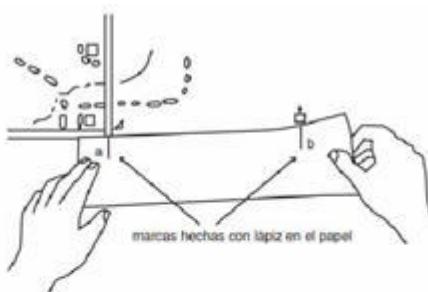
ESCALA 1:50.000



ESCALA 1:50.000

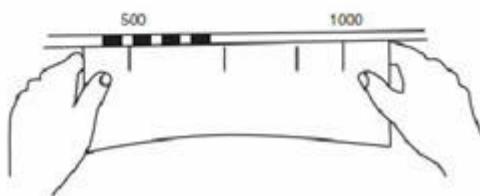
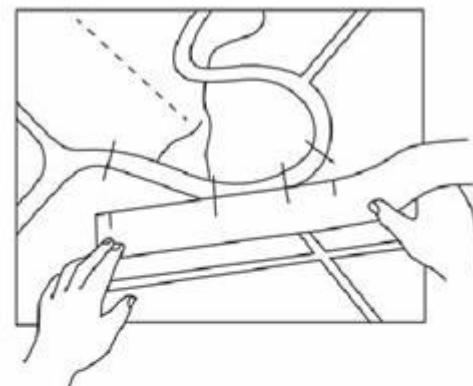


Para determinar en una carta la distancia terrestre en línea recta entre dos puntos, se colocará un pedazo de papel de márgenes rectos de manera tal que el borde toque ambos puntos. Se marcará el borde del papel de cada punto, se transportará a la escala la medida y así se leerá la distancia correspondiente.



Forma de pasar al papel una distancia recta en la carta y su medición en la escala

Para determinar en una carta la distancia terrestre en línea discontinua, se podrá usar también el borde recto de un pedazo de papel, descomponiendo la curva en tantos segmentos rectos como lo permita, para luego medirlos en su conjunto sobre la escala.



Forma de pasar al papel una distancia curva en la carta y su medición en la escala.

2.006. Clasificación de las escalas

- Escalas especiales: mayores a 1: 25000
- Escalas grandes: 1:25000 y 1:50000
- Escalas medianas: 1: 100000 y 1: 250000
- Escalas chicas: 1: 500000 y menores.

A modo de regla nemotécnica:

"Una escala chica abarca una extensión mayor de terreno que una escala grande". Por el contrario, "una escala chica posee menos detalles del terreno que una escala grande".

O también podríamos decir: "Una escala chica significa denominador D grande y, por el contrario, una escala grande significa denominador D chico".

2.007. Error gráfico – Precisión planimétrica de una carta topográfica

La escala determina el grado de precisión de una carta topográfica.

Tal como lo habíamos mencionado anteriormente, una escala grande es más precisa que una escala chica. Esto se encuentra relacionado con el concepto de error gráfico.

El ojo humano posee un poder de resolución tal que puede distinguir a 30 centímetros dos puntos separados 0,1 mm. A los efectos de ponernos a resguardo, se acostumbra considerar la separación entre los dos puntos del orden de 0,2 mm. Este valor se denomina vacilación u error gráfico.

Un punto en la carta topográfica de 0,2 mm de diámetro (0,1 mm de radio) representa en el terreno un círculo cuya dimensión dependerá de la escala de la misma.

A escala 1: 500.000 representa en el terreno un círculo de 100 m de diámetro.

A escala 1: 250.000 representa en el terreno un círculo de 50 m de diámetro.

A escala 1: 100.000 representa en el terreno un círculo de 20 m de diámetro.

A escala 1: 50.000 representa en el terreno un círculo de 10 m de diámetro.

A escala 1: 25.000 representa en el terreno un círculo de 5 m de diámetro.

2.008. Mediciones angulares y lineales- Sistemas de medida angular y lineal. Para representar un sector del terreno, debemos realizar mediciones lineales y angulares.

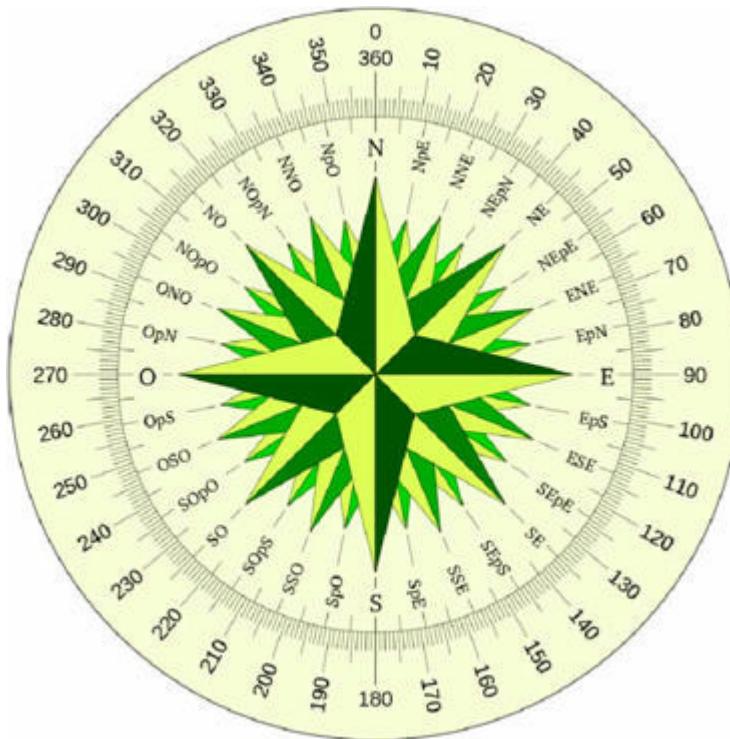
Los sistemas de medida angular son los siguientes:

a. Sistema sexagesimal

El círculo graduado se divide en 360 partes (Fig. 38), cada una de las cuales se denomina grado sexagesimal.

Cada grado sexagesimal se divide en 60 partes, denominadas minuto sexagesimal.

Cada minuto sexagesimal se divide en 60 partes, denominadas segundo sexagesimal.



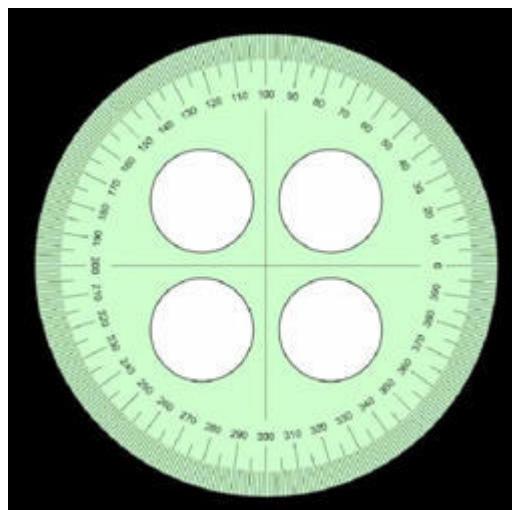
Círculo graduado en 360 grados (Fig 38)

b. Sistema centesimal

El círculo se divide en 400 partes denominadas grado centesimal (Fig. 39).

Cada grado centesimal se divide en 100 partes denominadas minuto centesimal.

Cada minuto centesimal se divide en 100 partes denominadas segundo centesimal.



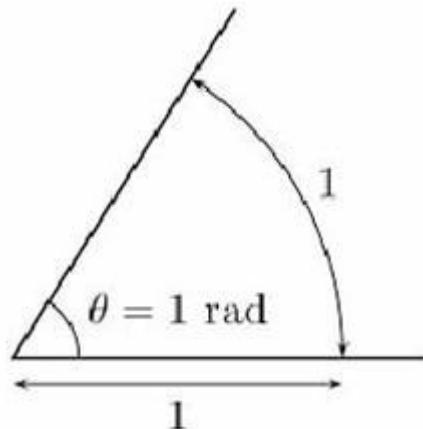
Círculo graduado en 400 grados (Fig. 39)

c. Sistema natural

La unidad de medida de este sistema es el radián (rd).

Un ángulo de 1 radián es tal que la longitud del arco es igual a la del radio ($S = R$) (Fig. 40).

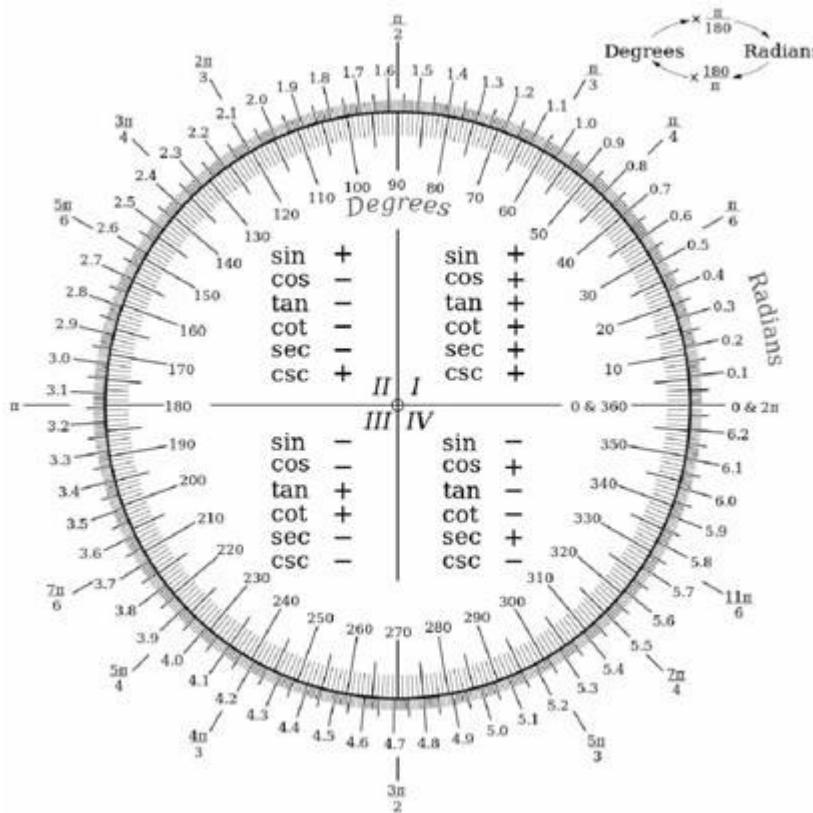
El círculo contiene 2π radianes.



Graficación de un ángulo de 1 radián (Fig. 40)

d. Relación entre los sistemas de medida angular (Fig. 41)

$$360^\circ = 400^\circ = 2\pi \text{ radian}$$



Relación entre los sistemas de medida angular (Fig. 41).

e. Mediciones lineales – Unidad de medida lineal

Para las mediciones lineales, utilizamos el metro como unidad de medida, con sus múltiplos y submúltiplos.

f. Importancia del sistema natural de medición angular

El sistema natural de medición angular relaciona el arco que subtiende al ángulo con el radio. Si sustituimos el arco por la cuerda, se conforma un triángulo. Los lados del mismo expresan longitudes. El ángulo formado por la base mayor y la base menor representa el medido en el terreno.

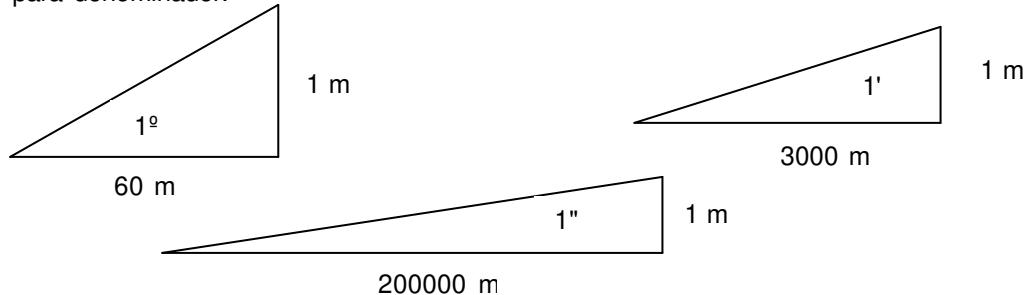
A través del sistema natural, representaremos un ángulo dado en el sistema sexagesimal.

$$1^\circ \sim 1 / 60$$

$$1' \sim 1 / 3.000$$

$$1'' \sim 1 / 200.000$$

El numerador representa la longitud del lado menor del triángulo, y el denominador, la del lado mayor. Las unidades pueden ser: mm, cm, m, km, etc., pero siempre las mismas tanto para numerador como para denominador.



Si a 60 m de longitud levantamos una ordenada de 1 m, el ángulo subtendido es de 1° .

Si a 3.000 m de longitud (3 km) levantamos una ordenada de 1 m, el ángulo subtendido es de $1'$.

Si a 200.000 m (200 km) levantamos una ordenada de 1 m, el ángulo subtendido es de $1''$.

La base menor u ordenada del triángulo puede representar en el terreno una variación en planimetría como en altimetría. En el primer caso, el ángulo subtendido es horizontal y en el segundo caso es vertical.

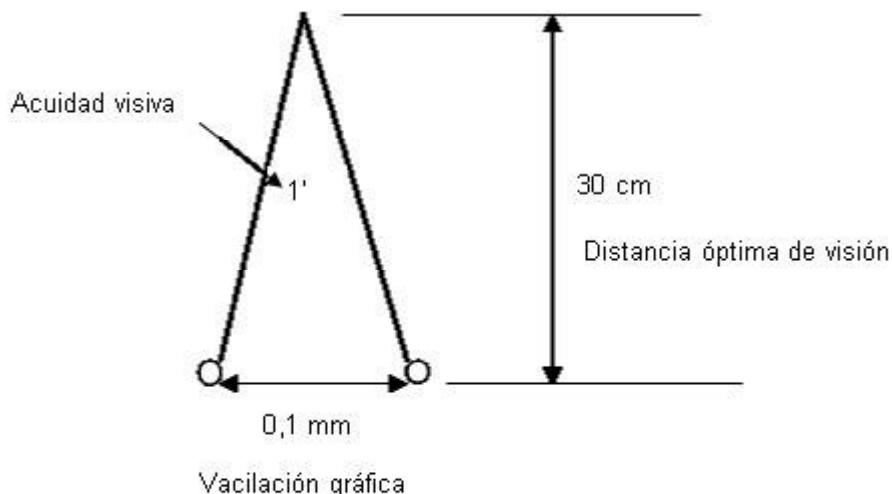
Supongamos que con el teodolito (instrumento topográfico - geodésico que sirve para medir ángulos horizontales y verticales), bisectamos (hacemos puntería) un punto del terreno que se encuentra a 2 km (200.000 cm). La hipotenusa del triángulo representa la línea de biseción o puntería. Si cometemos un error de $1''$ (horizontal o vertical) en la biseción del punto del terreno, significa que la línea de puntería está pasando 1 cm desviada del punto.

A continuación, aplicamos el concepto visto a la medición de desniveles.

Dos puntos del terreno se encuentran separados una distancia horizontal de 3000 m (3 km). Si el desnivel entre ambos es de 1 m, significa que el ángulo subtendido es de $1'$.

Vemos que la aplicación del sistema natural en la relación de mediciones angulares y lineales es muy útil. De esta forma, un error angular se traduce en un error lineal y viceversa.

2.009. Vaciación gráfica, acuidad visiva, distancia óptima de visión distinta (Fig. 43)



Graficación de Vacilación gráfica, Acuidad visiva, Distancia óptima de visión distinta (Fig. 43)

Dos puntos se encuentran separados una distancia de 0,1 mm a la que denominamos vacilación gráfica. El ojo humano se encuentra situado a una distancia de 30 cm (distancia óptima de visión distinta) perpendicularmente a los mismos (ojo normal).

En estas condiciones, el ojo humano distingue los dos puntos. Si se aleja, en lugar de ver dos puntos, verá uno solo.

El ángulo subtendido por los dos puntos se denomina acuidad visiva y su valor es de aproximadamente $1'$.

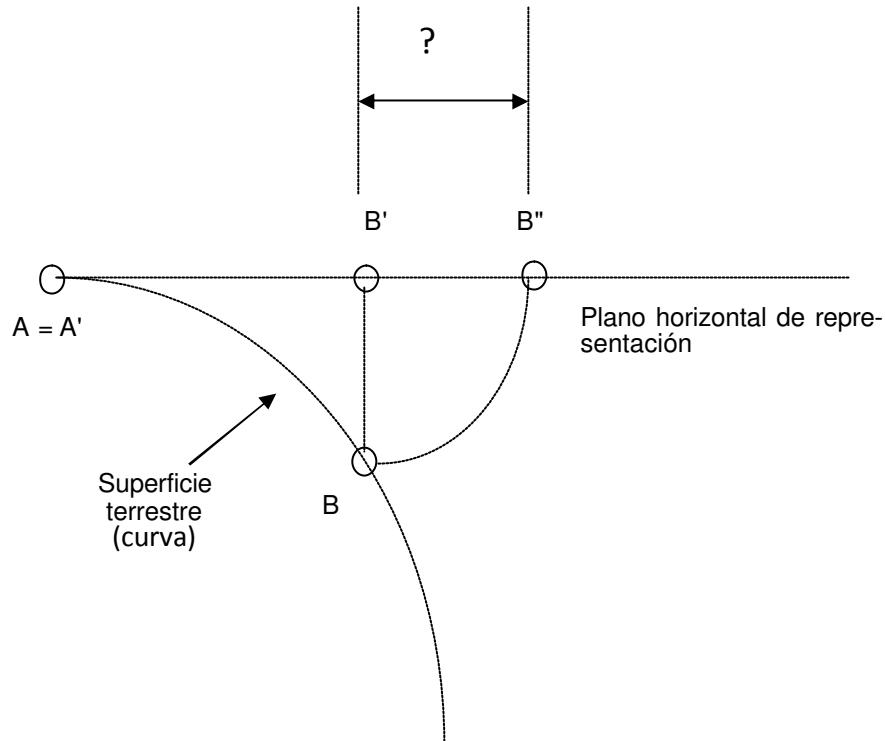
El valor de la acuidad visiva determina el poder de resolución del ojo humano.

A los efectos de trabajar a ojo descansado, se considera como valor de vacilación gráfica 0,2 mm. Es el tamaño de un punto ubicado en la carta topográfica de 0,1 mm de radio.

Si queremos llevar dicho punto al terreno, debemos multiplicar la vacilación gráfica por el denominador de la escala, obteniendo el valor de la vacilación en el terreno.

A modo de ejemplo, si trabajamos a una escala de 1 / 100.000, un punto en la carta de 0,2 mm de diámetro representa en el terreno un círculo de 20 m de diámetro. Si el error en la ubicación del punto en el terreno se encuentra dentro de los 10 m, dicho error queda absorbido por la vacilación en el terreno y en la carta no tendrá representación.

2.010. Influencia de la esfericidad terrestre en planimetría (Fig.44)



Influencia de la esfericidad terrestre en planimetría (Fig. 44)

En la figura observamos dos puntos del terreno A y B separados una distancia S. Por medio del sistema de proyecciones acotadas, el punto A queda representado en el plano horizontal por A' y el punto B por B'. La distancia A'B' es entonces la representación plana de la distancia curva AB = S. Observamos que S es de mayor longitud que A'B'.

La distancia A'B'' tiene sobre el plano horizontal de representación la misma longitud que S = AB.

Por consiguiente, en la representación de la distancia S sobre el plano horizontal, se comete el error B'B''=?.

Si no deseamos que ? tenga representación en el plano, debe ser menor o igual a la vacilación gráfica = 0,2 mm. Siendo así, el ojo humano no percibe la diferencia ? en el plano horizontal de representación. La vacilación gráfica es igual en el terreno a 0,2 mm. D, donde D es el denominador de la escala de representación.

$$? = 0,2 \text{ mm} \cdot D$$

Por otro lado, se demuestra que:

$$? (\text{mm}) = S^3 (\text{km}) \cdot 0,004$$

Esto significa que para obtener el valor de ? en mm, debemos introducir el valor de S en km.

En las dos ecuaciones, el primer miembro es el mismo, por lo cual igualando los segundos miembros queda:

$$0,2 \text{ mm} \cdot D = S^3 (\text{km}) \cdot 0,004$$

Esta ecuación es de fundamental importancia, ya que relaciona la escala de representación con la distancia S.

Si conocemos el valor de la escala de representación, podemos hallar el de S.

Si conocemos el valor de S, podemos hallar el de la escala de representación.

Tanto en uno como en otro caso, la influencia de la esfericidad terrestre en planimetría no es percibida por el ojo humano.

2.011. Instrumentos de medición en la carta

Existen diversos instrumentos de medición que, empleando la carta, permiten la determinación de distancias en el terreno en forma directa (sin realizar cálculos); algunos de estos se describen a continuación:

- a. **Escalímetros:** genéricamente se denomina escalímetro al útil de dibujo que permite obtener en forma directa la medida de una longitud en su representación a una escala determinada. Existe una gran variedad de escalímetros, según la unidad de medida y uso para los cuales han sido construidos. (Fig. 45)



Diferentes modelos de escalímetros (Fig 45)

- b. **Compás militar:** se trata de un compás común de punta seca con la particularidad de tener brazos ensanchados. Sobre uno se hallan grabadas distintas escalas gráficas y sobre el otro un índice. La lectura que señala el índice en las escalas gráficas corresponde a la distancia entre puntas. Por lo tanto, si se desea medir la distancia entre dos puntos, se deben poner en coincidencias las puntas del compás con los puntos que definen el segmento *distancia*. En esas condiciones la lectura del *índice* corresponde a la distancia horizontal que esos mismos puntos tienen en el terreno. Si la distancia para medir fuere mayor que la abertura máxima del compás, se lo graduará en un número entero de unidades aplicándoselo en segmentos sucesivos de la distancia total para medir. La medida total será la sumatoria de las medidas de todos los segmentos en que ha resultado dividido el todo, más el excedente, en caso de que lo haya, y que no alcance al número entero con el que se gradúa el compás. (Fig. 46)



Diferentes modelos de compás (Fig. 46)

- c. **Curvímetro:** cuando se midan distancias entre puntos vinculados por líneas sinuosas (caminos, sendas, picadas, etc.), se emplea, para su mayor precisión y rapidez, el curvímetro. Este instrumento consiste en un juego de engranajes que vinculan el movimiento de una ruedita al de una aguja. El conjunto se halla contenido en una caja con un mango, dejando ver en una de sus caras un limbo graduado en distintas escalas circulares concéntricas sobre las cuales gira la aguja. Para obtener la medida de una longitud cualquiera, partiendo con la aguja en el cero, de la escala correspondiente a la carta de trabajo, se hace rodar la ruedita que emerge de la caja por aplicación directa sobre el impreso, siguiendo en su recorrido las sinuosidades del itinerario para medir. La aguja, en su giro, va indicando sobre la escala la distancia horizontal en el terreno. (Fig. 47)

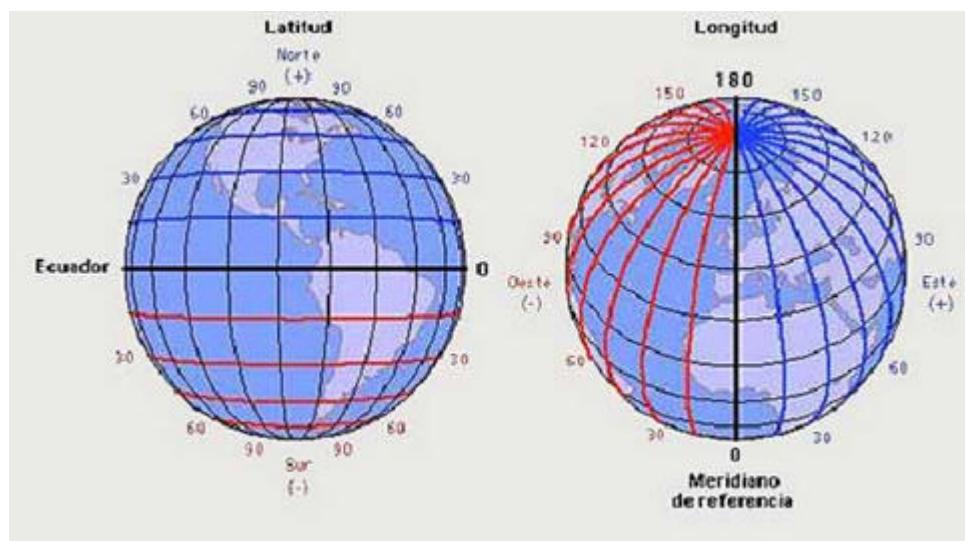


Curvímetro y utilización del mismo (Fig. 47)

SECCIÓN II

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

2.012. Conceptos generales. Las coordenadas geográficas (Fig. 48) son un sistema universal para la localización de puntos sobre la superficie terrestre. Este sistema se basa en un conjunto de anillos o círculos imaginarios que rodean a la esfera terrestre.



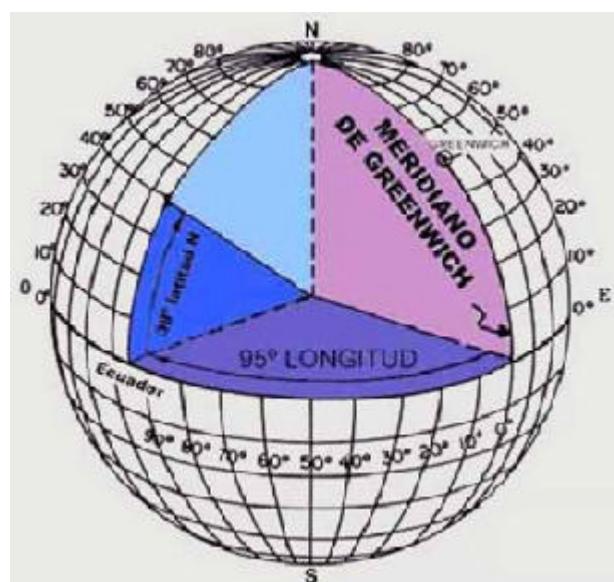
Coordenadas geográficas. Fig. 48

Una serie de estos círculos corren de Oeste a Este (paralelos al ecuador y otra serie de círculos corren de Norte a Sur (perpendiculares al ecuador) formando ángulos rectos y convergiendo en los polos.

Este conjunto de círculos forman una red de líneas o grilla de referencia mediante la cual se puede localizar cualquier punto de la superficie terrestre. (Fig.49)

- Paralelos: la distancia que hay desde un punto terrestre al Norte o Sur del ecuador se conoce con este nombre de 'LATITUD'. Los círculos del globo terrestre paralelos al ecuador se conocen como paralelos de latitud o sencillamente paralelos.
- Meridianos: a los anillos en la otra serie de círculos de la esfera terrestre que forman ángulos rectos con las líneas de latitud y pasan por los polos, se les conoce como meridianos de longitud o sencillamente meridianos. El meridiano que se toma como origen para medir o contar la longitud se conoce como el "primer meridiano".

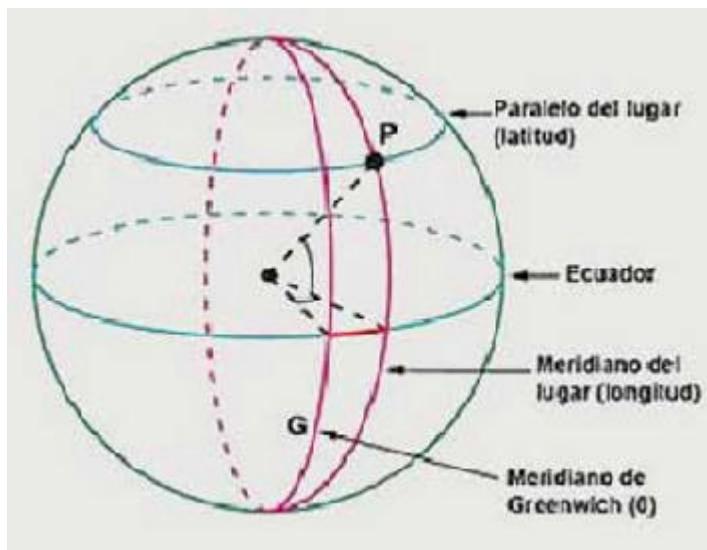
El primer meridiano del sistema, tomado por convención internacional, es el que pasa sobre el observatorio de Greenwich, Inglaterra, y se conoce como el MERIDIANO DE GREENWICH. La distancia hacia el Este o el Oeste desde un primer meridiano hasta un punto dado se conoce como su "LONGITUD".



Grillado para la determinación de la Latitud y Longitud de un punto (Fig. 49)

2.013. Localización de un punto. Las coordenadas geográficas se expresan con unidades de medida angular. Cada círculo está dividido en 360 grados, cada grado en 60 minutos y cada minuto en 60 segundos, partiendo del ecuador; los paralelos de latitud se numeran de 0° a 90° tanto hacia el Norte como hacia el Sur. (Fig. 50)

Los extremos de estas coordenadas son el polo Norte que tiene una latitud Norte de 90° y el polo Sur que tiene una latitud Sur de 90° . La latitud puede tener el mismo valor numérico al Norte o al Sur del ecuador, así que siempre se debe dar la dirección ya sea Norte o Sur.



Localización de un punto. Fig. 50

Partiendo del 0° en el primer meridiano, la longitud se mide tanto al Este como al Oeste alrededor del mundo. Las líneas al Este del primer meridiano desde el 0° hasta 180° se las conoce como longitud Este; las líneas al Oeste del primer meridiano desde 0° hasta 180° se las conoce como longitud Oeste.

En cualquier punto de la Tierra, la distancia en el terreno cubierta con 1 grado de latitud es de aproximadamente 111 kilómetros; 1 minuto, 1850 metros, y 1 segundo es igual a 30 metros. La distancia en el terreno cubierta por un grado de longitud en el ecuador es de aproximadamente 111 kilómetros y esta decrece a medida que uno se aproxima a los polos.

2.014. Problemas aplicativos. Las coordenadas geográficas, como se explicó anteriormente, permiten la localización de puntos sobre la superficie terrestre. Existen dos métodos para localizar puntos, uno es empleando los intervalos que se encuentran en los márgenes de las cartas y el otro por proporciones; para la resolución de los ejemplos que se consignan a continuación se empleará este último método, por ser de sencilla y rápida aplicación (Fig. 51):

- Determinar las coordenadas geográficas del punto P.
 - Se mide el ancho (longitud) de la carta, por ejemplo, 364 mm.
 - Se mide el largo (latitud) de la carta, por ejemplo, 442 mm.
 - Desde el punto P se traza una línea vertical que corte el margen horizontal de la carta y se mide la distancia desde esta marca hasta el vértice derecho de la carta, por ejemplo, 255 mm.
 - Desde el punto P se traza una línea horizontal que corte el margen vertical de la carta y se mide la distancia desde esta marca hasta el vértice superior de la carta, por ejemplo, 185 mm.
 - Se realizan los cálculos pertinentes:
 - Longitud:

$$\text{Amplitud: } 58^{\circ} 42' - 58^{\circ} 36' = 6' = 360''$$

364 mm ____ 360"

$$255 \text{ mm} \quad \frac{360'' \times 255 \text{ mm}}{364 \text{ mm}} = 252,20'' = 4'12,20''$$

$$58^\circ 36' + = 58^\circ 40'12,20''$$

b) Latitud:

$$\text{Amplitud: } 34^\circ 36' - 34^\circ 30' 6' = 360''$$

442 mm ____ 360"

$$185 \text{ mm} \quad \frac{360'' \times 185 \text{ mm}}{442 \text{ mm}} = 150,68'' = 2'30,68''$$

$$38^\circ 30' + 2'30,68'' = 38^\circ 32'30,68''$$

Respuesta: El punto P se encuentra a $58^\circ 40' 12''$ O y a $38^\circ 32' 31''$ S. (Si las décimas de segundo son 5 o menores, se suprimen, si son 6 o mayores, se agrega 1 segundo).

- b. Determinar qué elemento se encuentra en las coordenadas geográficas $58^\circ 41' 20''$ O y a $34^\circ 35' 100''$ S.

- 1) Se mide el ancho (longitud) de la carta, por ejemplo, 364 mm.
- 2) Se mide el largo (latitud) de la carta, por ejemplo, 442 mm.
- 3) Se realizan los cálculos pertinentes:

a) Longitud:

$$\text{Amplitud: } 58^\circ 42' - 58^\circ 36' = 6' = 360''$$

$$\text{Diferencia: } 58^\circ 41' 20'' - 58^\circ 36' = 5' 20'' = 320''$$

442 mm ____ 360"

$$320'' \quad \frac{364 \text{ mm} \times 320''}{360''} = 323,56 \text{ mm}$$

b) Latitud:

$$\text{Amplitud: } 34^\circ 36' - 34^\circ 30' = 6' = 360''$$

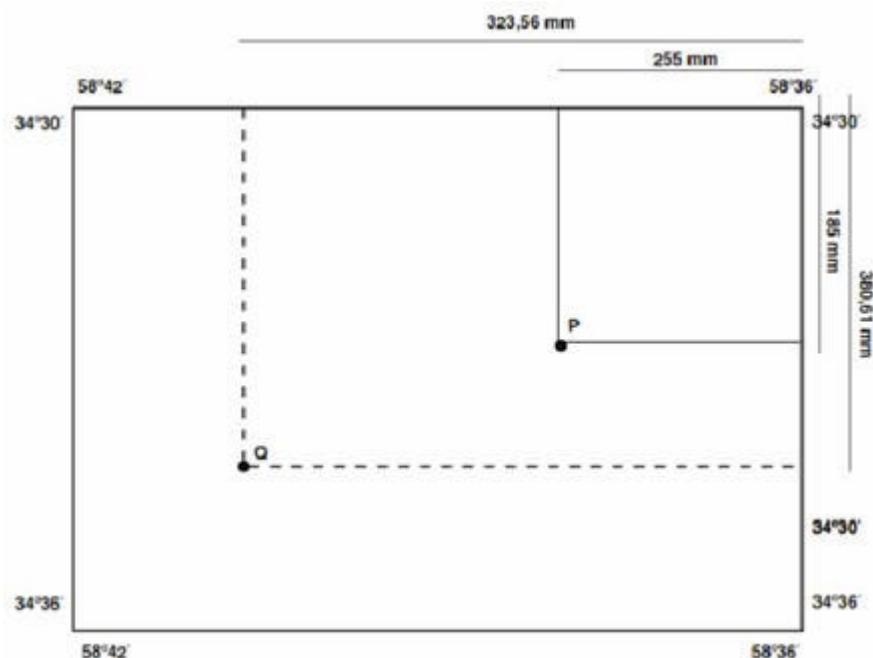
$$\text{Diferencia: } 34^\circ 35' 10'' - 34^\circ 30'' = 5' 10'' = 310''$$

360''' ____ 364 mm

$$310''' \quad \frac{442 \text{ mm} \times 310''}{360''} = 380,61 \text{ mm}$$

- 4) Se transfieren los resultados obtenidos a la carta y en la intersección de las dos líneas se encuentra el elemento buscado.

Respuesta: El elemento buscado es el punto Q.



Localización de puntos mediante coordenadas geográficas (Fig 51)

SECCIÓN III

COORDENADAS PLANAS Y POLARES

2.015. Conceptos generales. En las cartas, los meridianos y paralelos están representados por líneas curvas, con excepción del ecuador y del meridiano central, que lo son por líneas rectas (como en casi todas las proyecciones).

A medida que se alejan de estos dos últimos, el grado de curvatura de la representación aumentará, por lo que resultará difícil calcular la distancia y la dirección exacta entre dos puntos de una carta que tenga solamente dichas rectas o curvas.

En las "CARTAS TOPOGRÁFICAS", de extensión limitada y cuyo valor máximo de deformación (que es despreciable) es conocido, se aplica un cuadriculado de 4 centímetros de lado a cualquier escala, mediante el cual es fácil calcular las distancias y ángulos y fijar puntos por sus coordenadas planas X e Y.

Las cuadrículas de las cartas topográficas corresponden a distintas distancias del terreno, según sea su escala, y aumentan o disminuyen en distintas progresiones a saber:

Escala 1: 50 000 = 2 Km (progresión 2).

Escala 1: 100 000 = 4 Km (progresión 4).

A las coordenadas Gauss- Krüger se las denominan también "coordenadas de cuadrícula", por ser el cuadriculado el que hace mención en el párrafo anterior la base en que se apoya el sistema de proyección plana conforme Gauss- Krüger.

Cada una de las 7 fajas meridianas de 3º de ancho en que se ha dividido el país tiene como origen cero (0) de los valores de la abscisa "X", el polo Sur, y para los valores de ordenadas "Y", el meridiano central de faja.

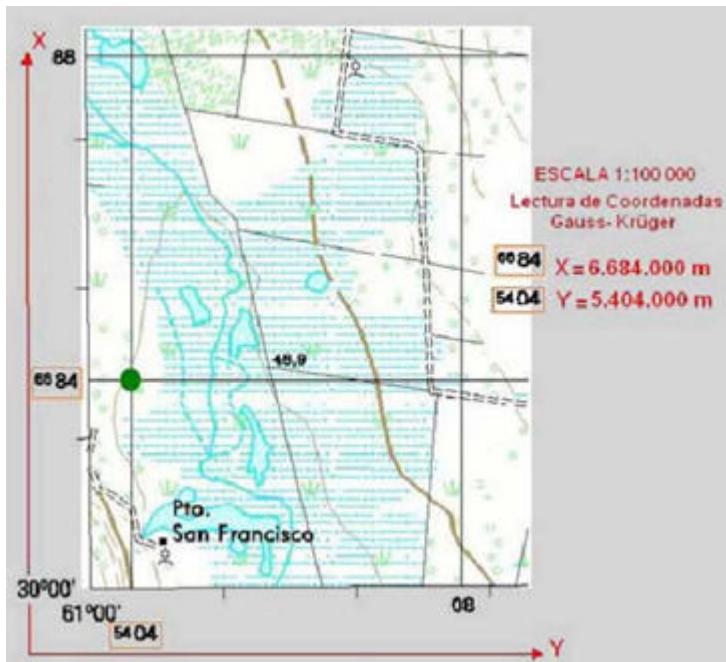
En forma inversa que la matemática, en topografía se llama abscisa "X" a la distancia tomada desde el origen del punto, sobre el eje vertical; y ordenada "Y" a la distancia tomada desde el origen del punto sobre el eje horizontal.

Para evitar el signo negativo de los valores "Y" situados al oeste del meridiano central de cada faja (MCF), ya que las ordenadas aumentan hacia la derecha, se asigna convencionalmente a cada meridiano central el valor 500 000 en vez de la ordenada "Y"= 0 , anteponiéndole el número correspondiente a cada faja. Se tendrá entonces:

Meridiano 72°	1ra. Faja	Ordenada "Y"	1.500.000
Meridiano 69°	2da. Faja	Ordenada "Y"	2.500.000
Meridiano 66°	3ra. Faja	Ordenada "Y"	3.500.000
Meridiano 63°	4ta. Faja	Ordenada "Y"	4.500.000
Meridiano 60°	5ta. Faja	Ordenada "Y"	5.500.000
Meridiano 57°	6ta. Faja	Ordenada "Y"	6.500.000
Meridiano 54°	7ma. Faja	Ordenada "Y"	7.500.000

De acuerdo con lo expuesto en el párrafo anterior, en los valores de las "Y", la primera cifra numérica expresa la faja a la cual pertenece el punto considerado; la cifra siguiente, la ubicación del punto. Si esta es mayor de 500.000, el punto estará a la derecha del meridiano, y si es menor, a la izquierda.

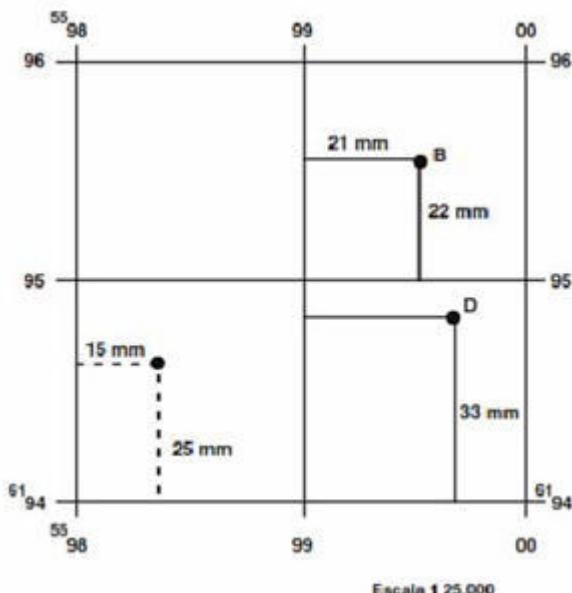
En este caso se ejemplifica un punto ubicado a la izquierda donde la coordenada plana $Y=5.404.000$ metros.(Fig.52)



Ejemplo de ubicación de punto. Fig. 52

2.016. Problemas aplicativos

- Determinar las coordenadas planas del punto B ubicado en la cuadrícula (99-95) de la figura.



Datos para la determinación del punto B (Fig. 53)

- 1) Se determinan las coordenadas planas de la cuadrícula (99-95).

$$\begin{cases} X = 6.195.000 \\ Y = 5.599.000 \end{cases}$$

- 2) Se traza una línea paralela al eje de la X que une el punto B con la abscisa 95 y otra paralela al eje de la Y que lo une a la abscisa 99.
- 3) Se calcula la equivalencia de esas medidas en la carta con las correspondientes en el terreno, según la escala de la carta que se trate.

$$\Delta \begin{cases} X = M \times D = 0,022 \text{ m} \times 25.000 = 550 \text{ m} \\ Y = M \times D = 0,021 \text{ m} \times 25.000 = 525 \text{ m} \end{cases}$$

- 4) Agregando estas medidas en el terreno a las coordenadas planas del origen de la cuadrícula que contiene el punto, se obtienen las coordenadas planas del punto.

$$\Delta \begin{cases} X = 6.195.000 + 550 = 6.195.550 \\ Y = 5.599.000 + 525 = 5.599.525 \end{cases}$$

Respuesta: Las coordenadas planas del punto B son:

$$B \begin{cases} X = 6.195.550 \\ Y = 5.599.525 \end{cases}$$

Estos valores pueden convertirse en distancia, dando como resultado que el punto B se encuentra a 6.195.550 metros del polo Sur y a 5.599.000 metros al este del meridiano central de la faja 5.

- a. Determinar qué elemento se encuentra en las coordenadas planas.

$$\begin{aligned} X &= 6.194.625 \\ Y &= 5.598.375 \end{aligned}$$

- 1) Se calculan las diferencias en metros, con respecto a las coordenadas planas de las cuadrículas de origen.

$$\Delta \begin{cases} X = 6.194.625 - 6.194.000 = 625 \\ Y = 5.598.375 - 5.598.000 = 375 \end{cases}$$

- 2) Se calcula a qué distancia equivalen sobre la carta.

$$X = \frac{L}{D} = \frac{625\text{m}}{25.000} = 0,025 \text{ m}$$

$$Y = \frac{L}{D} = \frac{375\text{m}}{25.000} = 0,015 \text{ m}$$

- 3) Se transportan las medidas obtenidas a los ejes correspondientes y la intersección de dichas líneas determina el elemento buscado.

Respuesta: En las coordenadas planas dadas se encuentra el punto C.

- c. Determinar qué elemento se encuentra a 6.194.825 metros del polo Sur y a 99.675 metros al este del meridiano central de la faja 5.

- 1) Se determinan las coordenadas planas del punto de acuerdo con las distancias dadas.

$$\begin{cases} X = 6.194.825 \\ Y = 5.500.000 + 99.675 = 5.599.675 \end{cases}$$

Los 99.675 se suman a los 500.000, debido a que el punto se encuentra al este del meridiano central de la faja; si se encontrara al oeste, dicho valor se restaría.

- 2) Obtenidas las coordenadas planas, se procede a continuación de la misma manera que en el ejercicio anterior.

$$\begin{cases} X = 6.194.825 - 6.194.000 = 825 \text{ m} \\ Y = 5.599.675 - 5.599.000 = 675 \text{ m} \end{cases}$$

$$X = \frac{L}{D} = \frac{825\text{m}}{25.000} = 0,033 \text{ m}$$

$$Y = \frac{L}{D} = \frac{675\text{m}}{25.000} = 0,027 \text{ m}$$

Se transporta, al igual que en el ejercicio anterior, las medidas obtenidas a los ejes correspondientes, y la intersección de dichas líneas determina el elemento buscado.

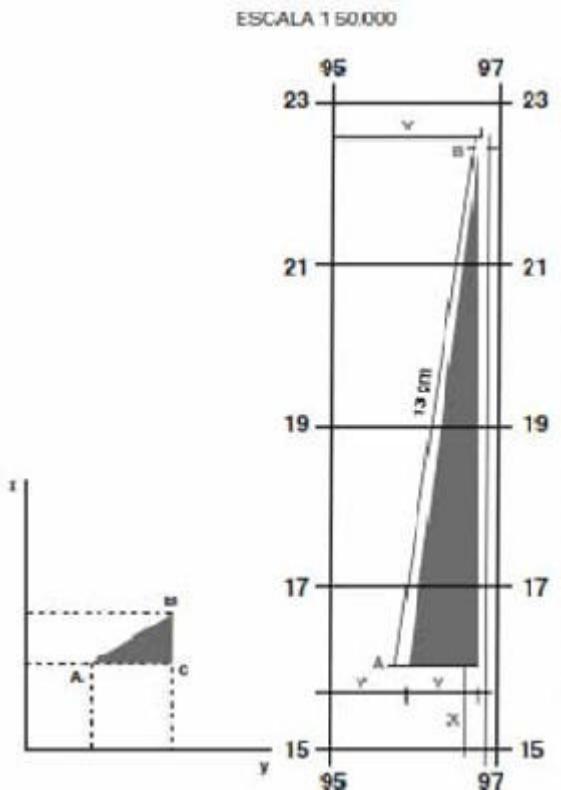
Respuesta: En las distancias dadas se encuentra el punto D.

- d. Determinar la escala de una carta sabiendo las coordenadas planas de dos puntos, a saber:

$$A \begin{cases} X = 7.315.832 \\ Y = 3.595.159 \end{cases}$$

$$B \begin{cases} X = 7.321.534 \\ Y = 3.595.944 \end{cases}$$

- 1) Se determina la ubicación de los puntos A y B a la escala que desee, por sus coordenadas planas, y se construye el triángulo de trabajo (Fig. 54).



Triángulo de trabajo (Fig. 54)

- 2) En el triángulo de trabajo, se establece el valor de la hipotenusa (AS) por el Teorema de Pitágoras:

$$AB = X^2 + Y^2$$

Donde:

$$X' = X \text{ del pto B} - X \text{ del pto A}$$

$$Y' = Y \text{ del pto B} - Y \text{ del pto A}$$

Reemplazando valores y calculando se tiene:

$$\begin{aligned} AB &= \sqrt{\frac{(7.315.34 - 7.315.832)^2}{(3.595.944 - 3.595.159)^2}} \pm \\ AB &= \sqrt{5.702^2 + 785^2} \\ AB &= \sqrt{32.512.804 + 616.225} \\ AB &= \sqrt{33.129.029} = 5.755,78 \text{ m} \end{aligned}$$

3) Se mide la distancia AB en la carta:

$$AB = 13\text{ cm}$$

4) Se calcula la escala de la carta, mediante la fórmula:

$$D = \frac{L}{M} = \frac{5.755,78 \text{ m}}{0,13 \text{ m}} = 44.275,23 = 50.000$$

Respuesta: La escala de la carta es 1: 50 000.

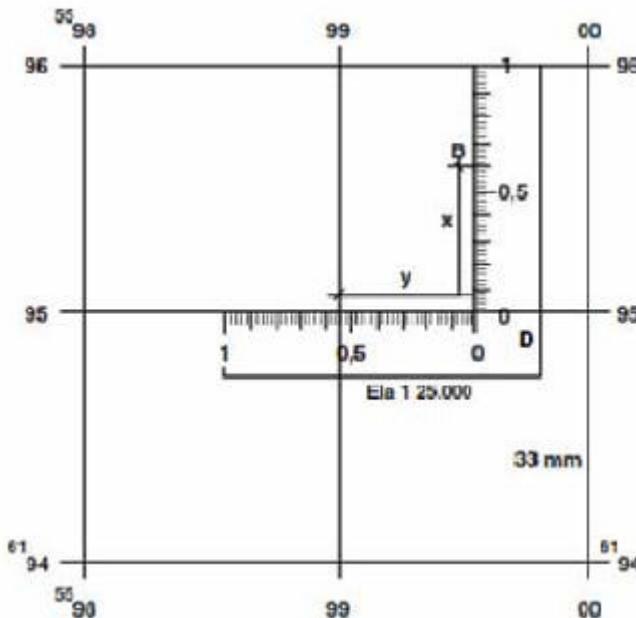
2.017. Empleo de la escala de coordenadas. Los ejercicios anteriores pueden ser resueltos empleando la escala de coordenadas que figura en la información marginal de la carta (Fig. 55). Por ejemplo, en la resolución del ejercicio a., el procedimiento sería:

- Colocar el brazo horizontal de la escala sobre la línea horizontal inferior del reticulado o cuadrícula que contiene el punto considerado de modo que el brazo vertical pase por él.
- Leer en los brazos horizontal y vertical, comenzando desde el cero, las magnitudes X e Y.

$$B \begin{cases} X = 550 \\ Y = 525 \end{cases}$$

- Determinar, con los valores obtenidos, las coordenadas planas del punto B.

$$B \begin{cases} X = 6.195.000 + 550 = 6.195.550 \\ Y = 5.559.000 + 525 = 5.559.525 \end{cases}$$



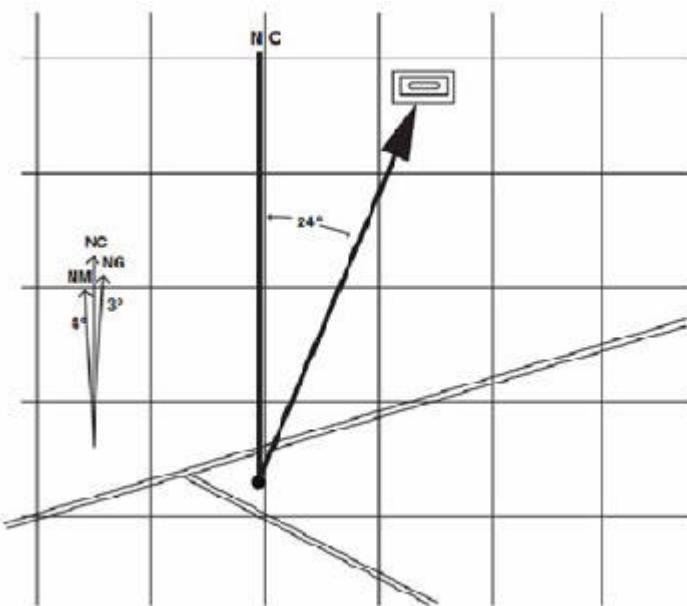
Escala de Coordenadas (Fig. 55)

2.018. Coordenadas polares. Un punto en una carta puede ser localizado desde un punto conocido, dando su dirección y una distancia desde este último; a este método de localización se lo conoce como coordenadas polares. La dirección base se expresa, normalmente, como un azimut, y la distancia, en sistema métrico decimal.

Las coordenadas polares son especialmente útiles en el terreno, debido a que el azimut magnético puede ser determinado mediante la brújula y la distancia puede ser estimada.

Por ejemplo, un observador ubicado sobre una cierta altura descubre la presencia de blindados enemigos acercándose desde una dirección dada. Mediante el empleo de su brújula, el observador determina que dichos blindados se encuentran a 28° de su posición y a 3.500 metros de distancia; el mensaje para enviar a su unidad sería: AZIMUT 24° , DISTANCIA 3.500, BLINDADO ENEMIGOS (azimut magnético 28° menos 4° Oeste de declinación). No hay necesidad de que el observador dé su posición, debido a que la misma es conocida por la unidad a la que pertenece. (Fig. 56)

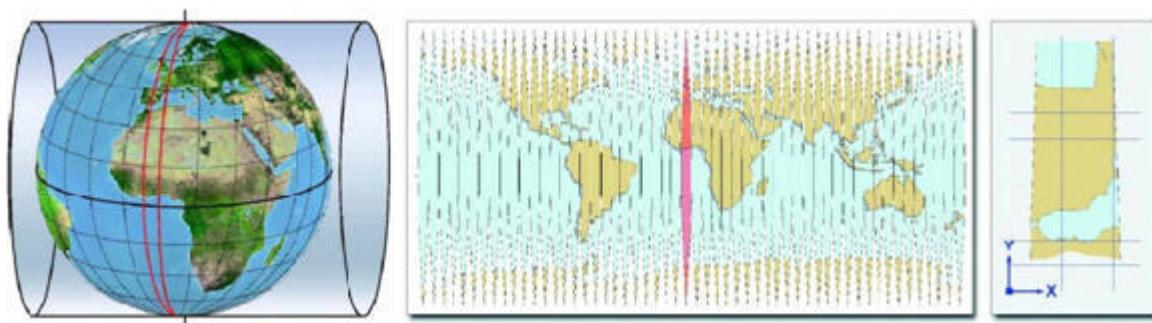
Una vez recibido el mensaje, el comandante de la unidad puede establecer en su propia carta la posición de los blindados enemigos. La figura muestra cómo determinar una posición mediante el empleo de las coordenadas polares; nótese la conversión en el ejemplo anterior del azimut magnético en azimut de cuadrícula, antes de su aplicación de su carta (para mayor información, ver Cap. IV).



Empleo de las coordenadas polares en el terreno (Fig. 56)

2019. COORDENADAS UTM. El sistema de coordenadas universal transversal de Mercator (en inglés *Universal Transverse Mercator*, UTM) es un sistema de coordenadas basado en la proyección cartográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al ecuador, se la hace tangente a un meridiano. (Fig. 57)

A diferencia del sistema de coordenadas geográficas, expresadas en longitud y latitud, las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros.



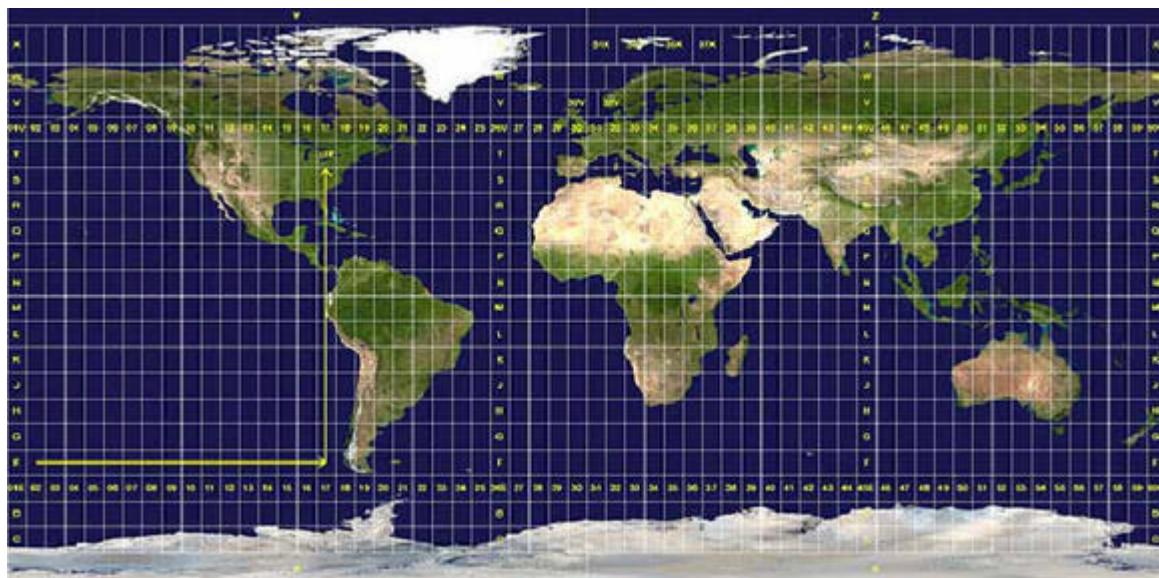
Proyección UTM (Fig. 57)

La UTM es una proyección cilíndrica conforme. El factor de escala en la dirección del paralelo y en la dirección del meridiano son iguales ($h = k$). Las líneas loxodrómicas se representan como líneas rectas sobre el mapa. Los meridianos se proyectan sobre el plano con una separación proporcional a la del modelo, así hay equidistancia entre ellos. Sin embargo, los paralelos se van separando a medida que nos alejamos del ecuador, por lo que al llegar al polo las deformaciones serán infinitas. Por eso solo se representa la región entre los paralelos 84 N y 80 S. Además, es una proyección com-

puesta; la esfera se representa en trozos, no entera. Para ello se divide la Tierra en husos de 6° de longitud cada uno.

La proyección UTM tiene la ventaja de que ningún punto está demasiado alejado del meridiano central de su zona, por lo que las distorsiones son pequeñas. Pero esto se consigue al coste de la discontinuidad: un punto en el límite de la zona se proyecta en coordenadas distintas propias de cada huso.

Para evitar estas discontinuidades, a veces se extienden las zonas, para que el meridiano tangente sea el mismo. Esto permite mapas continuos casi compatibles con los estándar. Sin embargo, en los límites de esas zonas, las distorsiones son mayores que en las zonas estándar.



Husos y Bandas UTM (Fig 58)

Husos UTM

Se divide la Tierra en 60 husos de 6° de longitud, la zona de proyección de la UTM se define entre los paralelos 80° S y 84° N. Cada huso se numera con un número entre el 1 y el 60, estando el primer huso limitado entre las longitudes 180° y 174° W y centrado en el meridiano 177° W. Cada huso tiene asignado un meridiano central, que es donde se sitúa el origen de coordenadas, junto con el ecuador. Los husos se numeran en orden ascendente hacia el este. Por ejemplo, la Península Ibérica está situada en los husos 29, 30 y 31, y Canarias está situada en los husos 27 y 28. En el sistema de coordenadas geográfico, las longitudes se representan tradicionalmente con valores que van desde los -180° hasta casi 180° (intervalo $-180^{\circ} \dots 0^{\circ} \dots 180^{\circ}$); el valor de longitud 180° se corresponde con el valor -180° , pues ambos son el mismo. (Fig. 58)

Bandas UTM

Se divide la Tierra en 20 bandas de 8° grados de latitud que se denominan con letras desde la **C** hasta la **X** excluyendo las letras "I" y "O", por su parecido con los números uno (1) y cero (0), respectivamente. Puesto que es un sistema norteamericano, tampoco se utiliza la letra "Ñ". La zona C coincide con el intervalo de latitudes que va desde 80° Sur (o -80° latitud) hasta 72° S (o -72° latitud). Las bandas polares no están consideradas en este sistema de referencia. Para definir un punto en cualquiera de los polos, se usa el sistema de coordenadas UPS. Si una banda tiene una letra igual o mayor que la **N**, la banda está en el hemisferio Norte, mientras que está en el Sur si su letra es menor que la "N".

Las distancias entre las zonas latitudinales difieren de las zonas C y X tienen una amplitud de 12 cada una, mientras que en las demás su amplitud es de solo 8 respectivamente.

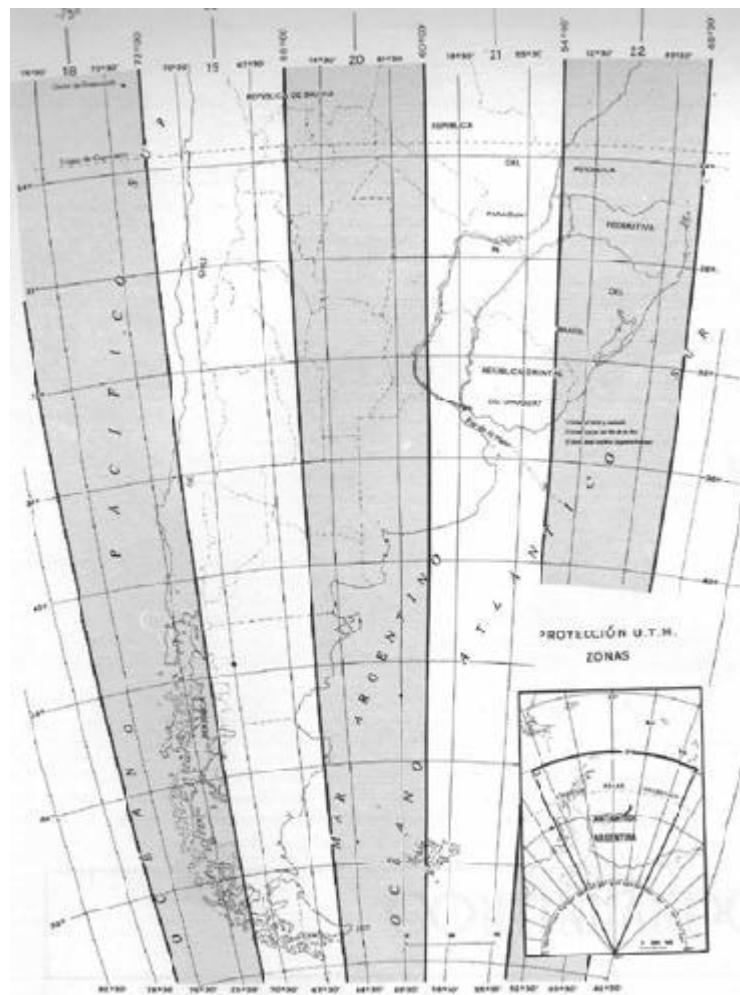
Notación

Cada cuadrícula UTM se define mediante el número del huso y la letra de la zona; por ejemplo, la ciudad de San Juan se encuentra en la cuadrícula **19J**; Formosa, en la **21J** y Río Gallegos, en la **19F**.

Excepciones

La rejilla es regular, salvo en 2 zonas, ambas en el hemisferio Nbrte; la primera es la zona **32V**, que contiene el suroeste de Noruega; esta zona fue extendida para que abarcase también la costa occidental de este país, a costa de la zona **31V**, que fue acortada. La segunda excepción se encuentra aun más al norte, en la zona que se conoce como Svalbard (archipiélago situado en el océano glacial Ártico perteneciente al Reino de Noruega).

Nuestro país se encuentra entre las fajas 19, 20 y 21 de forma completa y parciales 18 y 22, según como se muestra en la figura siguiente (Fig. 59):



Fajas UTM de nuestro país (Fig. 59)

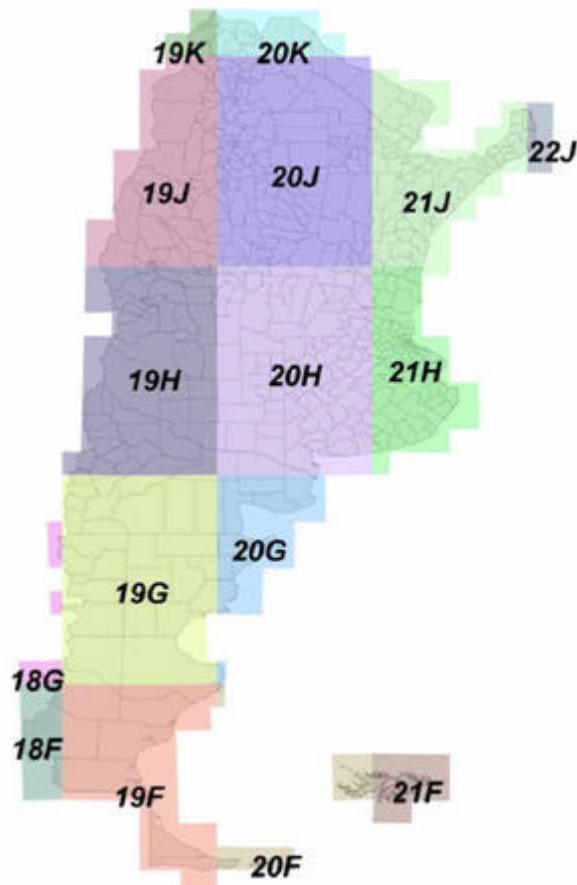
Fajas completas

Número de faja	Meridiano central de faja	Meridianos secantes
19	69°	70°30' --- 67° 30'
20	63°	64°30' --- 61°30'
21	57°	58°30' --- 55°30'

Fajas parciales

Número de faja	Meridiano central de faja	Meridianos secantes
18	75°	76°30' (Excede) --- 73° 30'
22	51°	52°30' --- 49°30' (Excede)

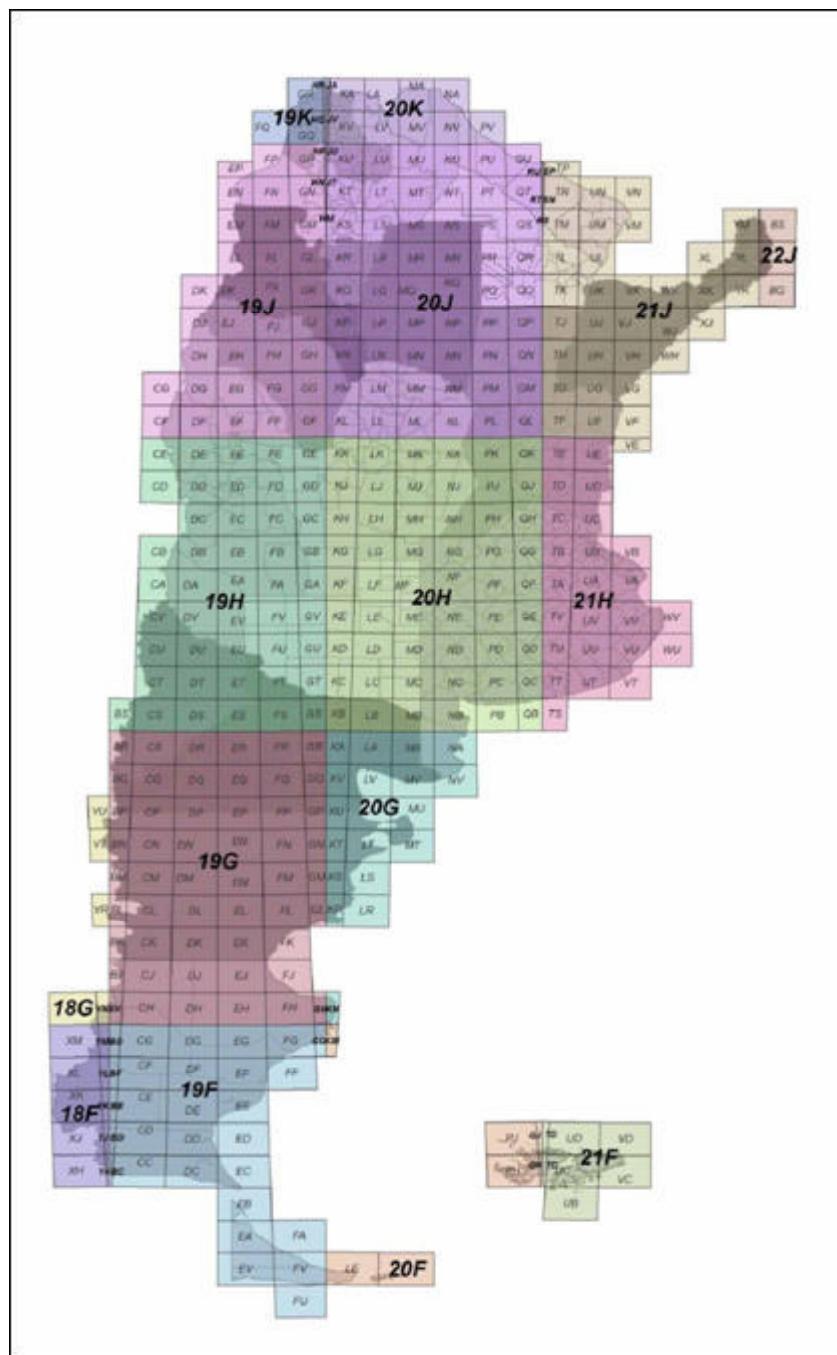
A modo de resumen, en nuestro país quedan definidas las siguientes fajas y bandas: (Fig. 60)



Bandas y Fajas UTM de nuestro país (Fig. 60)

Grilla MGRS (Military Grid Reference System)

Se complementa con la grilla UTM, para facilitar la rápida ubicación de una coordenada con la máxima precisión posible. (Fig. 61)



Grilla MGRS en nuestro país. (Fig. 61)

En definitiva, las coordenadas de referencia constan de tres partes:

1. Zona UTM.
2. Grilla MGRS.
3. Derechas (Y) and Arribas (X) = Números.

Las grillas de MGRS pueden ser:

- 4Q.....grilla UTM $6^\circ \times 8^\circ$.
- 4QFJ.....grillas UTM y MGRS (nivel de precisión 100.000 m).
- 4QFJ1267..... Nivel de precisión 1.000 m.
- 4QFJ123678..... Nivel de precisión 100 m
- 4QFJ12346789..... Nivel de precisión 10 m (usado con mayor frecuencia)**
- 4QFJ1234567890..... Nivel de precisión 1 m.

En una lectura de coordenadas, para determinar las de un punto cualquiera, debemos tener en cuenta la ESCALA DE LA CARTA:

- ESCALA 1:100.000 1CM EN LA CARTA = 1.000 M EN EL TERRENO.
- ESCALA 1:50.000 1CM EN LA CARTA = 500 M EN EL TERRENO.
- ESCALA 1:25.000 1CM EN LA CARTA = 250 M EN EL TERRENO.

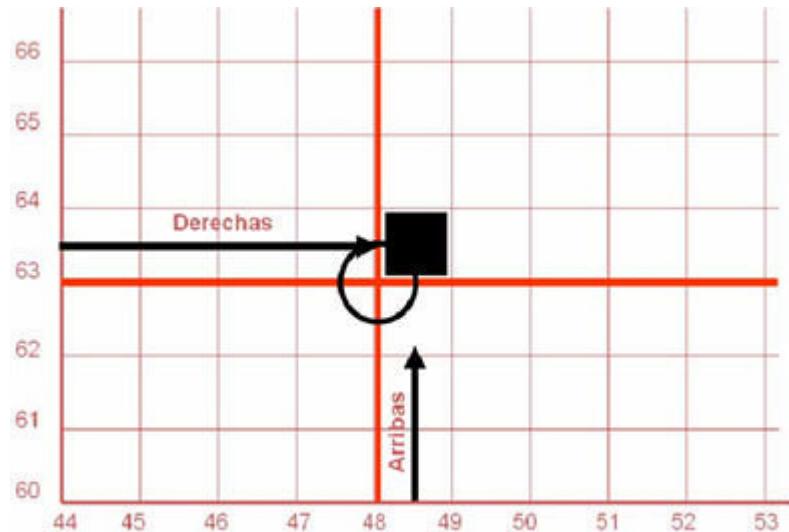
EL TAMAÑO DE LA GRILLA VARÍA DE ACUERDO CON LA ESCALA

1 cm = 1:100.000.

2 cm = 1: 50.000.

4 cm = 1: 25.000.

Para la determinación de las coordenadas de un punto con precisión 1000 metros, se utilizan COORDENADAS DE 4 DÍGITOS. Solamente identificamos la cuadrícula en la que se encuentra el punto. (Fig.(s) 62 y 63)



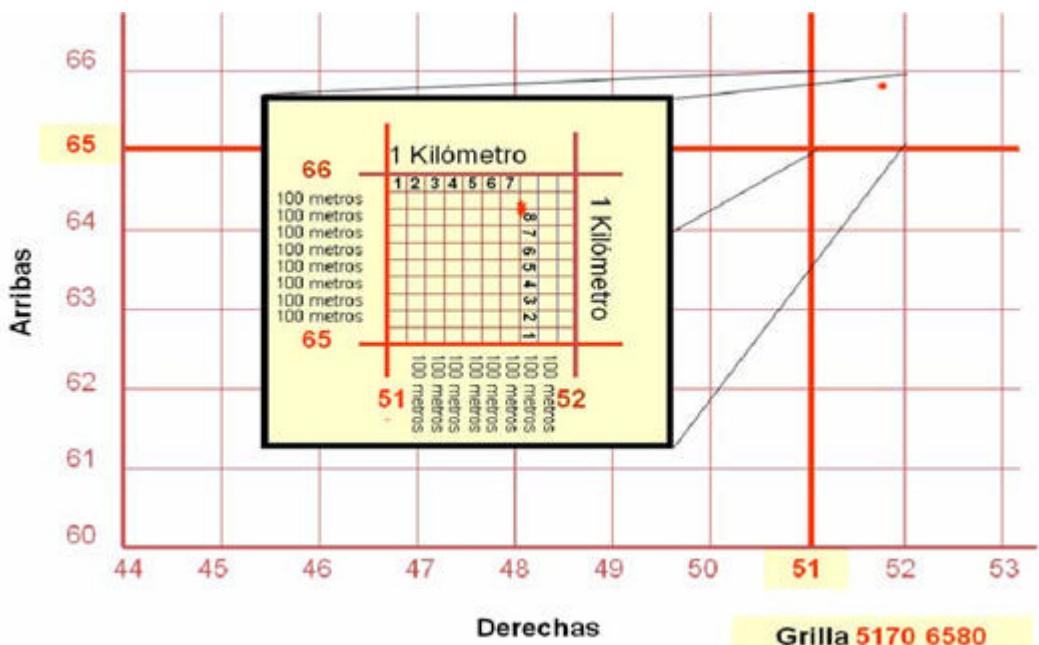
Grilla 4863

Determinación de las coordenadas de un punto con precisión 1000 metros (Fig. 62)



Determinación de las coordenadas de un punto con precisión 1000 metros (Fig. 63)

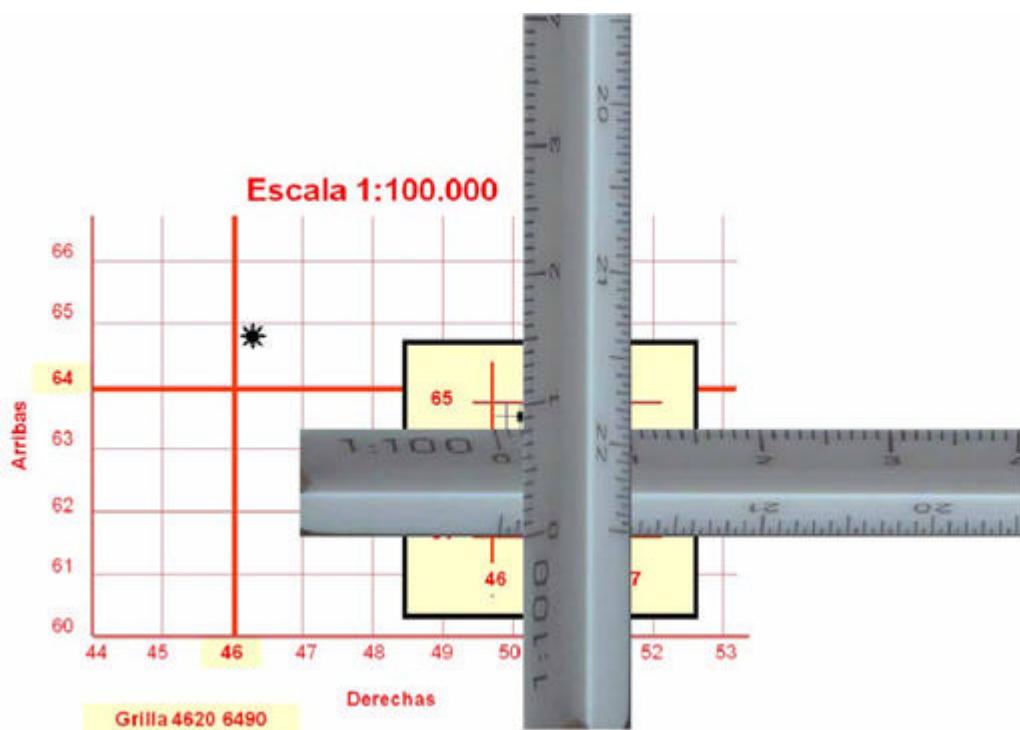
Para determinar las coordenadas del punto rojo con la máxima precisión posible (10 m), se utilizan coordenadas de OCHO dígitos. (Fig. 64)



Determinación de las coordenadas de un punto con precisión 10 metros (Fig. 64)

Se considera que cada cuadrícula está dividida en 10 partes iguales, independientemente de la escala, en este caso de 100 m cada una, de allí provienen los valores de **70** para las derechas y **80** para las arribas, respectivamente.

Si tenemos una carta escala 1: 100.000, la determinación de las coordenadas de un punto cualquiera quedará determinado de la siguiente manera (Fig. 65):



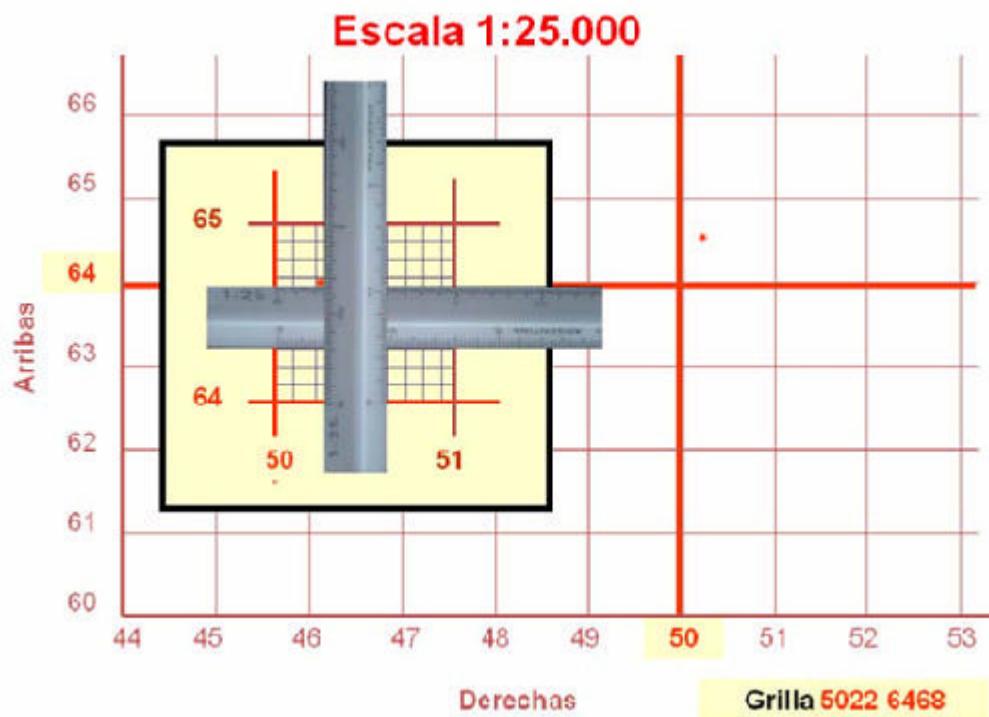
Determinación de las coordenadas de un punto a escala 1: 100.000 (Fig. 65)

Si tenemos una carta escala 1: 50.000, la determinación de las coordenadas de un punto cualquiera quedará determinada de la siguiente manera (Fig. 66):



Determinación de las coordenadas de un punto a escala 1: 50.000 (Fig. 66)

De la misma forma, si contamos con una carta escala 1: 25.000, la determinación de las coordenadas de un punto cualquiera quedará determinada de la siguiente manera (Fig. 67):



Determinación de las coordenadas de un punto a escala 1: 25.000 (Fig. 67)

CAPÍTULO III

ALTIMETRÍA

SECCIÓN I

INTRODUCCIÓN

3.001. Conceptos generales

El conocimiento de los símbolos cartográficos, las coordenadas y las escalas pueden proporcionar suficiente información para identificar dos puntos, localizarlos, determinar la distancia entre ambos y calcular el tiempo de marcha para unirlos. ¿Pero qué sucedería si hubiese una barranca de 100 metros entre dichos puntos?

Las irregularidades de la superficie de la Tierra, conocidas como elevaciones y relieve, se convierten en una pieza importante de información, con la cual el usuario de la carta debe estar familiarizado.

La **elevación** puede ser definida como la altura (distancia vertical) de un objeto sobre o bajo un plano de comparación. El **plano de comparación** es una referencia desde la cual se deben llevar a cabo las mediciones, el plano de comparación de la mayor parte de la cartografía está referido a nivel del mar. Y el **relieve** puede ser definido como la configuración del terreno.

La elevación (altura) de puntos y el relieve (configuración del terreno) de un área pueden afectar el desplazamiento y despliegue de unidades militares, limitando la dirección en que deben movilizarse, la velocidad a la que deben desplazarse, la restricción en el empleo de cierto tipo de equipamiento y la facilidad o dificultad para atacar o defender un área. También afecta la observación, los campos de tiro, el encubrimiento, la selección del terreno llave, etc.

La altimetría o altibatimetría es una parte de la topografía que estudia y determina las diferencias de nivel y las formas (morfología) del terreno. Su representación gráfica constituye el relieve o configuración del terreno.

3.002. Leyes altimétricas y denominaciones

Las diferencias de nivel tienen relación de continuidad; de su estudio surgen las leyes fáciles de ver en terrenos de grandes alturas y bajos profundos, pero difíciles de observar en terrenos de formas suaves. Las leyes altimétricas son las siguientes:

- a. Las líneas que unen los puntos dominantes de las elevaciones o alturas están vinculadas entre sí, sin solución de continuidad, y se llaman dorsales. Se denomina dorsal principal a la de mayor altura, desde la cual se desprenden las menores o secundarias.
- b. Por analogía a lo expresado en el punto anterior, las líneas que unen los puntos de menor altura de las depresiones o bajos están vinculadas entre sí sin solución de continuidad, y en forma tal que los superiores concurren a los inferiores hasta llegar al nivel base. Por ser los bajos los colectores de aguas, puede decirse que las líneas de los bajos se unen entre sí, en forma tal que las aguas que corren por ellos van sucesivamente desde los secundarios a los principales, sin solución de continuidad, hasta desembocar en el mar.
- c. Entre dos bajos existe siempre una línea de altura o dorsal y solo una, y viceversa.
- d. La importancia de las dorsales está de acuerdo con la de los bajos que separa y viceversa.
- e. La hoyada o cuenca local constituye una excepción a las leyes mencionadas, es una depresión cerrada donde concurren las aguas y no pueden salir.

De lo expresado, se deduce que en cualquier clase de terreno las líneas directrices del relieve son las dorsales, los bajos y, como excepción, las hoyadas.

Las dorsales, por su extensión y altura, se denominan: cordillera, sierra, cuchilla y loma. Las dorsales que marcan las direcciones opuestas que toman las aguas, de corrientes naturales y pluviales, se denominan divisorias. Las dorsales no son de altura uniforme, sino que la variedad de su relieve

da origen a la formación de accidentes que, por su importancia, se denominan: cerro, colina y mame-lón.

A la parte más baja entre dos elevaciones pertenecientes a una misma dorsal se la denomina, por su importancia: paso, portezuelo o silla.

De las dorsales principales se desprenden otras secundarias (estribaciones) que, por sus magnitudes, reciben el nombre de: cordón, contrafuerte o espolón.

La línea más alta de una dorsal se denomina **cresta topográfica**; la línea de cambio de pendiente más alta, desde la cual se obtiene el mayor campo visual sin ángulos muertos, se denomina **cresta militar**.

La línea de bajos, también de pendientes desuniformes, conforman accidentes que por su importancia se denominan: valle, quebrada, cañadón y cañada.

A la línea que une los puntos de menor altura se la denomina línea de valle o Thalweg. Cuando hay un curso de agua, este corre por el Thalweg.

SECCIÓN II

SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN DE LA ALTIMETRÍA

3.003. Conceptos generales

En la búsqueda de una exacta representación de la altimetría, se han determinado varios sistemas de representación con distintas ventajas y desventajas, pero, en general, se exige que un sistema, cualquiera que sea, cumpla con ciertas condiciones.

a. Sistemas de representación altimétrica:

- 1) Sistema de curvas de nivel.
- 2) Sistema de relieve.
- 3) Sistema de esfumaje.
- 4) Sistema de capas batimétricas.
- 5) Sistema de capas hipsométricas.
- 6) Sistema de cotas.

b. Condiciones que deben cumplir los sistemas:

- 1) Que pueda aplicarse sobre la planimetría sin oscurecerla o disminuir su visibilidad.
- 2) Que exprese directamente las formas del terreno.
- 3) Que su expresión sea precisa.
- 4) Que destaque las formas del terreno a simple vista.
- 5) Que permita calcular aproximadamente la cota de cualquier punto.
- 6) Que sea de fácil ejecución.
- 7) Que no haga de la carta un objeto de difícil transporte.

3.004. Sistema de curvas de nivel (Figura 68).

Es aquel que efectúa la representación altimétrica seccionando la superficie topográfica en planos paralelos a un plano horizontal llamado "plano de nivel, base o comparación".

Estos planos secantes se toman en forma equidistantes y sus intersecciones con la superficie topográfica constituyen las curvas de nivel.

Como este sistema es el más empleado por su nitidez y exactitud, se expone en detalle en la Sección III.

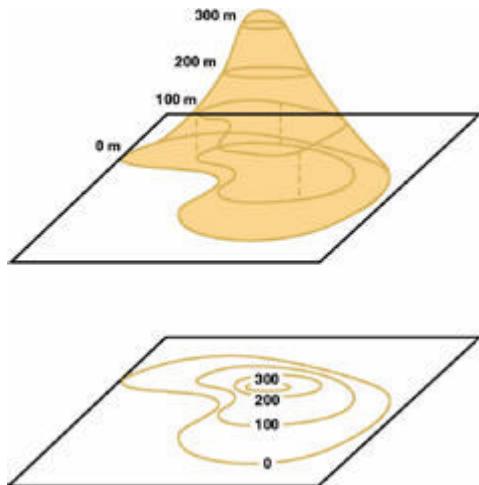


Figura 68. Sistema de curvas de nivel.

3.005. Sistema de relieve (Figura 69)

Es aquel que efectúa la representación altimétrica proyectando a un plano de comparación las distintas alturas del terreno, utilizando una escala horizontal y otra vertical, de forma tal que el relieve se materialice tal como se presenta en el terreno.

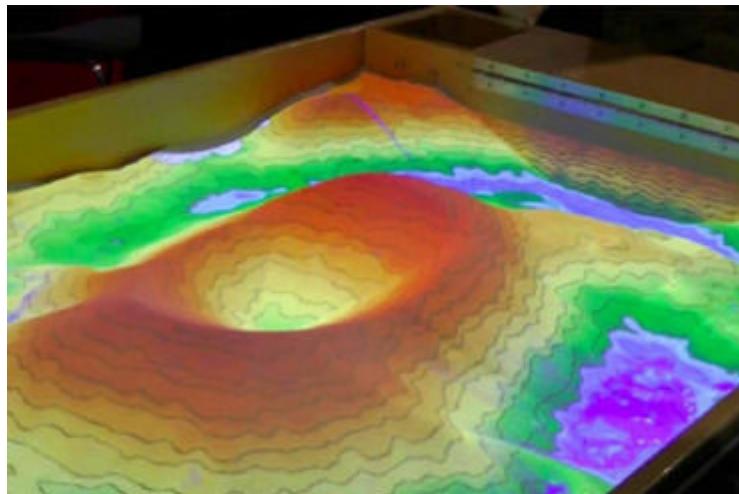


Figura 69: Sistema de relieve.

Requiere una construcción especial en yeso o con arena, razón por la cual no es práctico para la elaboración de cartas y mapas; se lo utiliza, en cambio, para la representación de sectores reducidos que permiten estabilidad en un determinado lugar. Es el sistema empleado para la construcción de mesas de arena o maquetas fijas.

Teóricamente es el mejor sistema de representación altimétrica.

3.006. Sistema de estumaje

Es aquel que no representa ni la forma ni la altura de la planimetría, sino solamente su presencia. Se lo utiliza para zonas montañosas y consiste en diluir un color marrón en la región del mapa o carta donde se encuentra.

3.007. Sistema de capas batimétricas

Es aquel que efectúa la representación altimétrica proyectando a un plano de comparación las distintas alturas del terreno, empleando el sistema de curvas de nivel. Este sistema es aplicable, solamente, al relieve del fondo de los ríos, lagunas y mares.

La representación batimétrica con isobatas es una continuación del relieve terrestre. Su trazado se hace sobre la base de cartas hidrográficas oficiales, tomando las mismas isobatas que figuran en ellas y expresando, entre paréntesis, su equivalencia en metros.

Las cotas batimétricas se expresan en metros y su distribución está de acuerdo con la importancia del lugar y la escala de la carta.

3.008. Sistema de capas hipsométricas

Es aquel que efectúa la representación altimétrica, proyectando a un plano de comparación las distintas alturas del terreno, mediante el empleo de una escala de colores. Se emplea en las cartas publicadas a escala 1: 500 000.

3.009. Sistema de cotas

Es aquel que efectúa la representación altimétrica proyectando a un plano de comparación las alturas o cotas del terreno, mediante un punto. La construcción se efectúa según lo muestra la Figura 70, y la carta con este sistema de representación es igual a la que se muestra en la Figura 71.

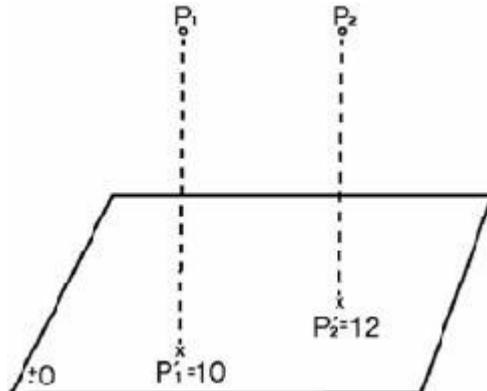


Figura 70: Sistema de cotas.

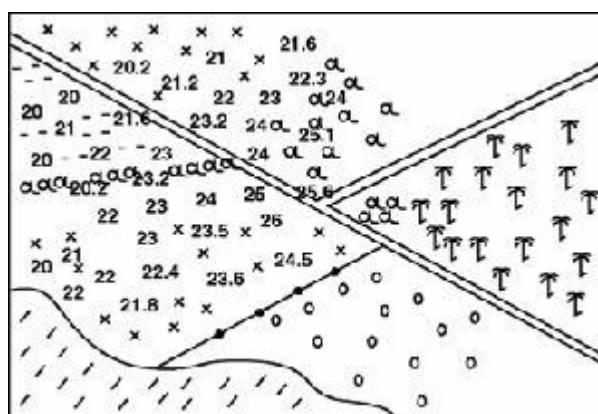


Figura 71: Carta con sistema de representación de cotas.

La representación que se obtiene con este sistema es, evidentemente, tanto más exacta cuanto mayor sea el número de cotas que se tomen. Este sistema no satisface a las condiciones enunciadas en el artículo 3.003, por las siguientes razones:

Hace muy confuso el dibujo por la cantidad de cifras que hay que anotar.

Nada indica que la pendiente sea uniforme entre dos puntos, por eso no es posible el cálculo de la cota de un punto cualquiera.

No da a simple vista una idea general del terreno. En resumen, no satisface las condiciones ideales.

SECCIÓN III

SISTEMA DE CURVAS DE NIVEL

3.010. Estructura del sistema

Está basado en la proyección a un plano de comparación de las irregularidades del terreno, mediante el sistema de cotas. De ello se obtiene una serie de puntos de igual y variable altura, en relación al nivel dado al plano de comparación elegido.

Para que la construcción resulte siempre positiva, el plano de comparación o de cota se toma coincidente con el nivel del mar determinado en el mareógrafo de la ciudad de Mar del Plata.

Esta proyección es llamada proyección acotada, y la altura correspondiente a cada punto, cota del punto considerado.

Si se unen con una línea todos los puntos de la misma cota (proyección acotada del plano elegido), se obtiene una curva de nivel o curva horizontal (Figura 72). Luego se transportan las curvas de nivel así obtenidas al plano elegido (carta) por una simple proyección vertical, y se obtiene la confeción del sistema.

La separación entre estos planos (curvas de nivel) es siempre constante, se mide verticalmente y se llama equidistancia; y la distancia entre ellas, dependiendo del terreno, será variable, se mide horizontalmente y se llama separación.

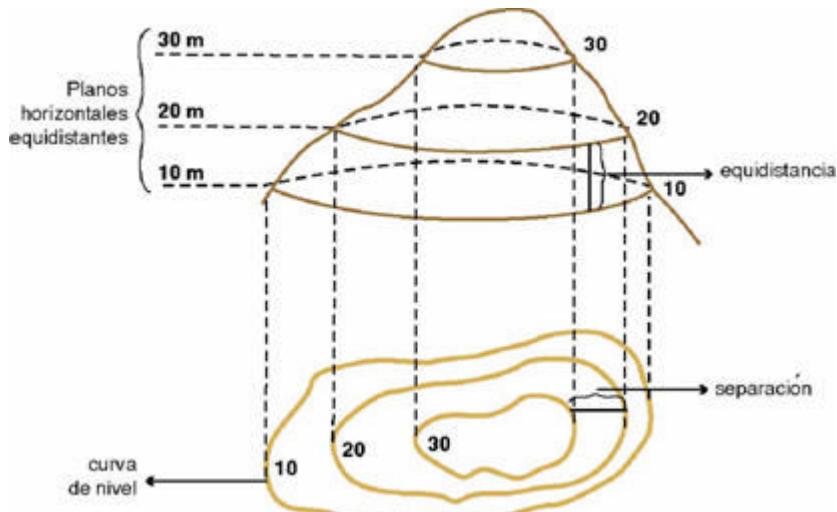


Figura 72: Estructura del sistema de curvas de nivel.

Se fija a las curvas de nivel así determinadas una altura (5, 10, 15, 20 m) en relación al plano O de comparación, pudiendo reconstruirse el terreno mentalmente (Figura 73).

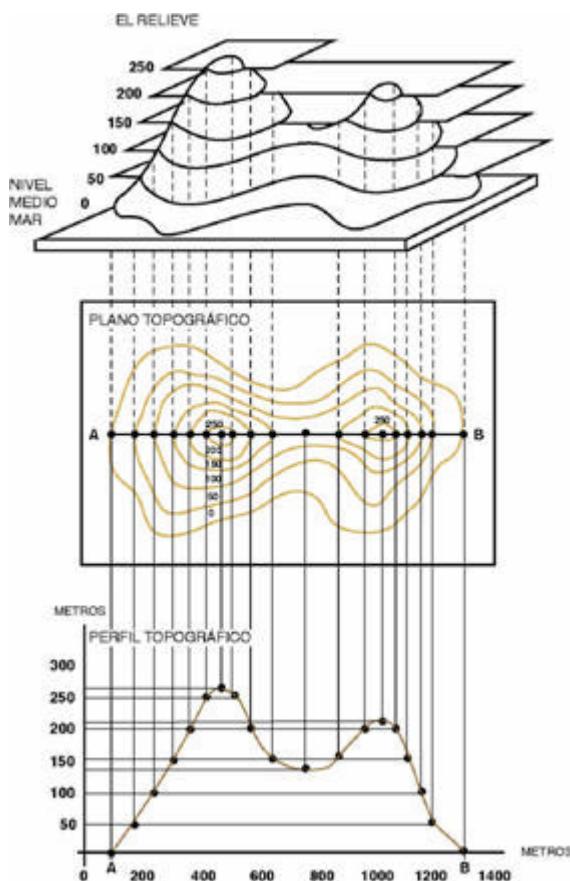


Figura 73: Sistema de curvas de nivel.

3.011. Antecedentes históricos

Antes de la existencia de las curvas de nivel, la representación de los elementos altimétricos en las cartas antiguas consistía, casi exclusivamente, en "esfumaje".

Este método de representación era una consecuencia del sistema de relevamiento.

No había un plano de comparación único fundamental y los instrumentos eran demasiado rudimentarios para realizar extensas operaciones altimétricas.

Mediante croquis panorámicos a ojo, se intentaba reproducir las alturas más visibles de cada localidad. Recién en 1830, con la creación del teodolito analítico, fue posible el acotamiento exacto y económico de cualquier cambio de pendiente del terreno, y con los nuevos niveles provistos de retículo estadimétrico se consiguió ligar entre sí las operaciones altimétricas locales, mediante poligonales básicas referidas a un mismo plano de comparación.

Finalmente, adoptado el sistema de proyección a trazas (curvas de nivel), que consiste en cortar el relieve con planos horizontales "equidistantes" en altura, relacionados con un plano de comparación cuyo origen es el cero del mareógrafo de la ciudad de Mar del Plata, o cualquier otro punto fijo, el sistema cobró fidelidad, evidencia y claridad, requeridos para una carta topográfica.

La fiel representación se ha obtenido con la elección de la equidistancia adecuada para cada terreno. La evidencia se ha logrado intercalando, oportunamente, la curva principal de acuerdo con cada equidistancia.

La claridad resulta, en consecuencia, de aumentar la equidistancia, donde la densidad de curvas de nivel hace gráficamente imposible la representación.

Para una mayor claridad y comprensión a la curva principal, se aunaron otras que completan el sistema.

3.012. Clases de curvas de nivel. Existen cuatro clases de curvas de nivel, a saber:

- Curvas principales o directrices: aquellas curvas de equidistancia dibujadas a diferencia constante de altitud para facilitar la lectura y dar expresión de relieve al terreno. Se dibujan con línea gruesa continua y debe llevar una separación plausible su valor (Figura 74).
- Curvas de equidistancia o intermedias: aquellas que representan el valor unitario de variación constante de nivel entre las curvas contiguas. Se dibujan con un tipo de líneas delgadas y continuas (Figura 75).
- Curvas auxiliares: curvas de uso excepcional para representar un relieve local de interés que no alcanza la equidistancia establecida. Se dibujan con líneas de trazos de 1 mm y separadas 0,5 mm, reduciendo su valor al metro (Figura 76).
- Curvas figurativas: se emplean en los sectores en que el relieve representado no es resultante de un levantamiento topográfico. Solo indican la forma aproximada del terreno. Se las dibuja con una línea de trazo de 3,5 mm de largo y del grosor de las curvas de equidistancia o principales a las cuales reemplaza (Figura 77).

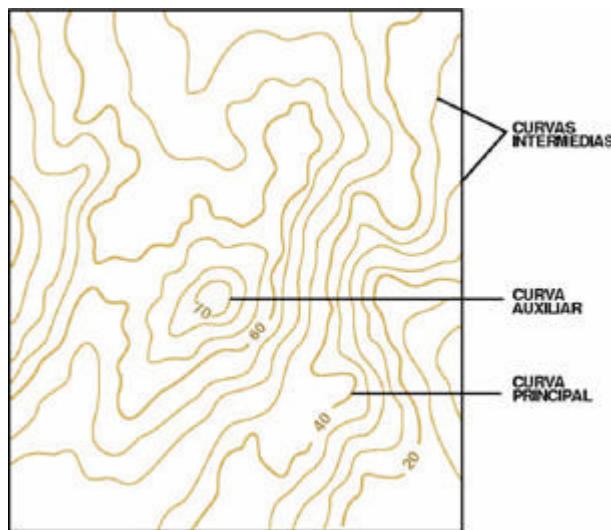


Figura 74: Clases de curvas de nivel.

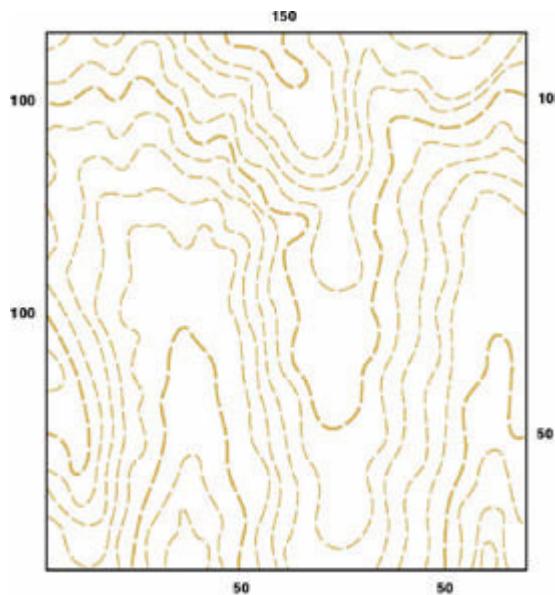


Figura 75: Curvas de nivel figurativas.

3.013. Equidistancia

Las equidistantias usadas más frecuentemente en la confección de las cartas topográficas regulares son nueve.

Se ha fijado, para cada equidistancia, el intervalo constante de nivel según el cual deben figurar las curvas principales.

Para equidistancia	La curva principal será cada
0,50 m	2,5 m
1,25 m	5,0 m
2,50 m	10,0 m
5,0 m	20,0 m
10,00 m	50,0 m
25,00 m	100,0 m
50,00 m	250,0 m
100,00 m	500,0 m
250,00 m	1000,0 m

3.014. Elección de la equidistancia

La equidistancia no se puede adoptar arbitrariamente, sino que debe estudiarse de antemano el terreno para elegir una de ellas. Esto dependerá de dos factores:

- a. El relieve del suelo: la corteza terrestre no es uniforme, no presenta la misma morfología. Por tal motivo, es imposible representar la corteza terrestre con una sola equidistancia, en razón de que una carta topográfica requiere mostrar la modalidad altimétrica de los distintos terrenos y cada sector de terreno presenta distintas características en ese sentido. Su estudio mostrará la equidistancia que se aleja para que no resulte exagerada o deficiente.

Si en un terreno llano y en parte anegadizo se estableciera una equidistancia superior o cercana al valor máximo de sus desniveles, desaparecerían los pequeños relieves que lo caracterizan y perdería la condición de anegadizo.

El caso contrario sucedería en un terreno rico de formas, si se lo representara con una equidistancia muy chica, pues el exceso de curvas impediría la lectura y recargaría el dibujo sin provecho.

- b. La escala del dibujo: las variaciones de pendiente son detalles altimétricos y estos, como los planimétricos, deben ser reproducidos en la carta siempre que sean compatibles con la escala, salvo los casos especiales que, por su importancia, se reemplazarán por el signo convencional.

Si la escala es grande, dará cabida a cualquier detalle por insignificante que sea; pero si la escala es chica, habrá que elegir los detalles fundamentales.

En consecuencia, la escala influirá en la elección del acotamiento de ciertos cambios de pendientes más que de otros y, en definitiva, en la elección de la equidistancia que los reproduce mediante las curvas de nivel.

Por ejemplo a escala 1: 25 000, se podrán reproducir las inflexiones más insignificantes empleando, por ejemplo, la equidistancia 1,25 m. En cambio, a escala 1: 50 000 y más aún a escala 1: 100 000 se deberán eliminar muchas inflexiones locales y aceptar las características altimétricas generales, eligiendo respectivamente, por ejemplo, la equidistancia 2,50 m y 5 m.

Este procedimiento es necesario, porque una de las finalidades fundamentales del empleo de las curvas de nivel es facilitar la lectura, puesto que si se sobrecarga la carta con líneas y signos innecesarios se produce una confusión de líneas y se tapa la planimetría.

En conclusión, una vez reconocido el terreno, se elegirá la equidistancia que con el menor número de curvas de nivel represente las formas del terreno más características, dentro de la capacidad de la escala.

3.015. Cambio de equidistancia por cambio brusco de pendiente

Es evidente que la zona que se dibuje en una carta puede cambiar de formas progresivas o bruscamente. Para el cambio de equidistancia se deberán tener en cuenta los casos que se detallan a continuación:

- En el caso de que el cambio fuese progresivo, si se continuase el dibujo de las curvas de nivel con la equidistancia inicial, habría un momento en el cual las curvas de nivel se aproximarían tanto que llegarían a superponerse. Antes que ello ocurra debe cambiarse de equidistancia.

Debe elegirse el momento en que las curvas, formando una serie de paralelas distanciadas entre sí uno o dos milímetros, demuestran que si se suprime una curva intermedia no se altera la expresión de las formas locales.

Además, este cambio se debe hacer después de una curva de nivel que resulte "principal" para las dos equidistantias, como puede verse en la Figura 76.

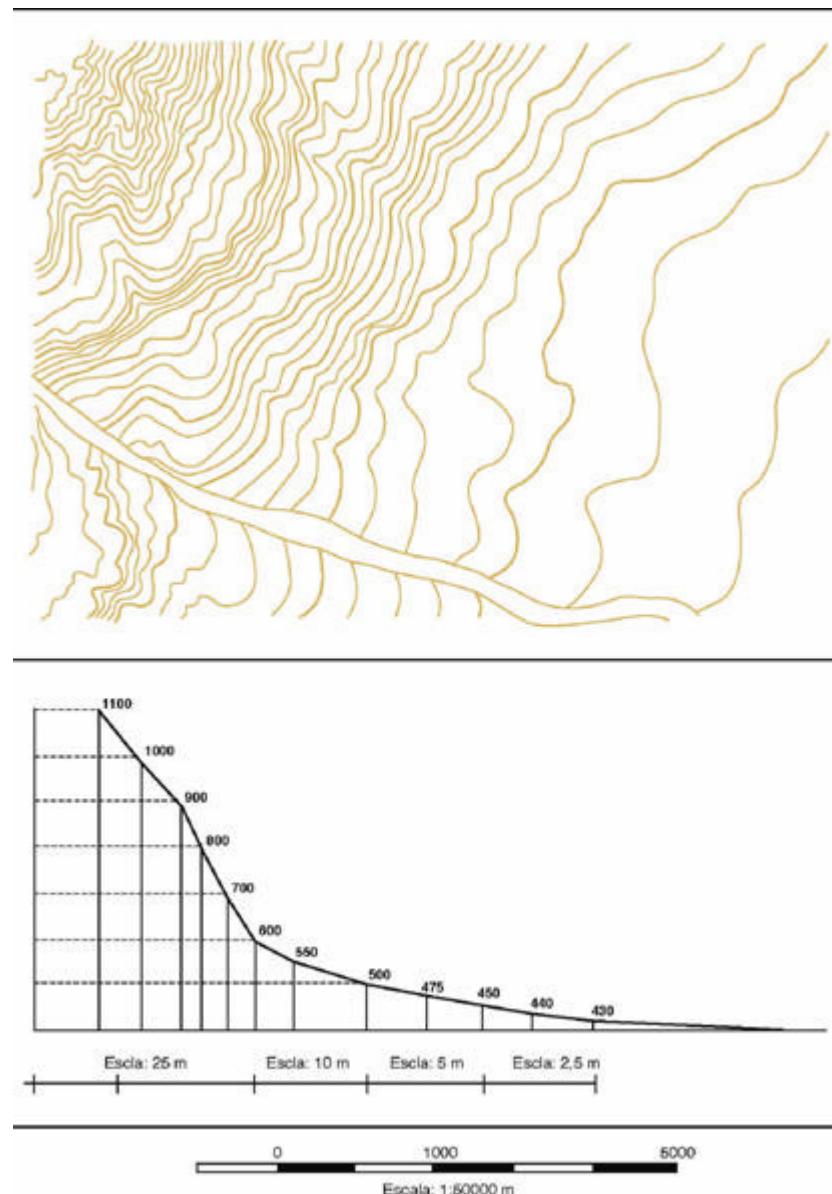


Figura 76: Cambio de equidistancia.

- En caso de que el cambio fuese brusco, se cortan en ese lugar las curvas de equidistancia, no así las principales, y se cambia la equidistancia (figuras 77 y 78).

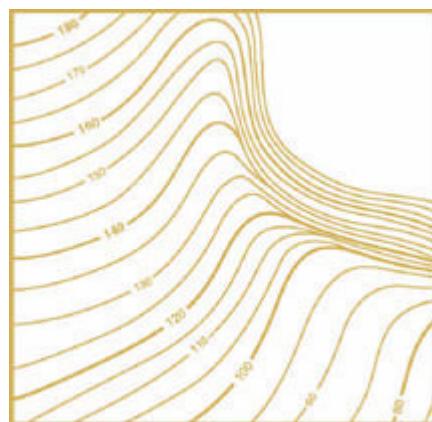


Figura 77: Pase de la equidistancia 5 a 10 m.

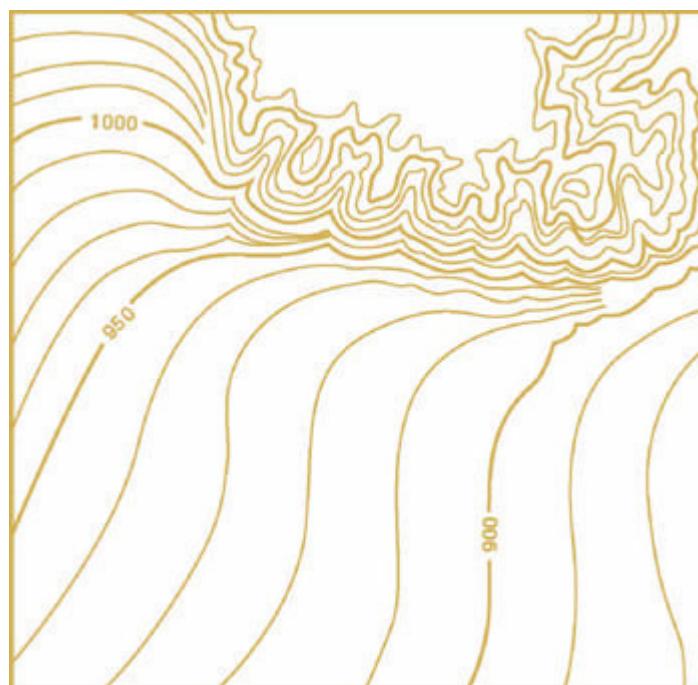


Figura 78: Pase de la equidistancia 10 a 25 m por cambio brusco de pendiente.

- c. En cambio, si el terreno fuese escarpado, se cortan todas las curvas y se usa el signo de barranca.

3.016. Determinación de la equidistancia

Para conocer la equidistancia de las curvas en nivel en una carta, se consideran dos cotas indicadas en dos curvas principales sucesivas y se cuenta el número de líneas intermedias existentes, dividiendo el valor del desnivel (diferencia de cotas) por el número de curvas intermedias más uno. Lo expresado responde a la fórmula:

$$\text{Equidistancia} = \frac{\text{Desnivel}}{\text{Nº de curvas intermedias} + 1}$$

Ejemplo:

- Curvas principales: 1100 m y 1000 m.
- Curvas intermedias: 3.

Desarrollo de la fórmula:

$$\text{Equidistancia (Equid)} = \frac{1100 \text{ m} - 1000 \text{ m}}{3 + 1} = \frac{100 \text{ m}}{4} = 25 \text{ m}$$

En un fragmento de carta, en donde no existan acotados los valores de las curvas principales, también es posible deducir la equidistancia entre curvas.

Así, por ejemplo, si se tiene una curva principal cerrada seguida de otra intermedia también cerrada que contiene el punto acotado 1640 m, es evidente que el valor de la principal será 1600 m y de la intermedia, 1625 m, siendo la equidistancia 25 m, en razón de que no existe una nueva curva intermedia, ya que su valor sería de 1650 m, lo que superaría el punto acotado (Figura 79).

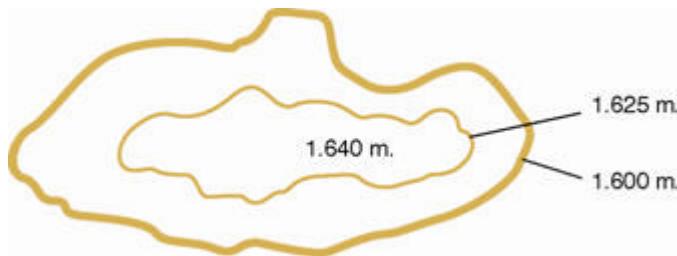


Figura 79: Deducción de equidistancia.

3.017. Formas que toman las curvas de nivel

Las formas que pueden tomar las curvas de nivel son variadísimas; casi siempre presentan salientes que pueden ser relieves o depresiones.

Es relieve cuando las curvas de cota menor envuelven a las curvas de cota mayor (Figura 80).

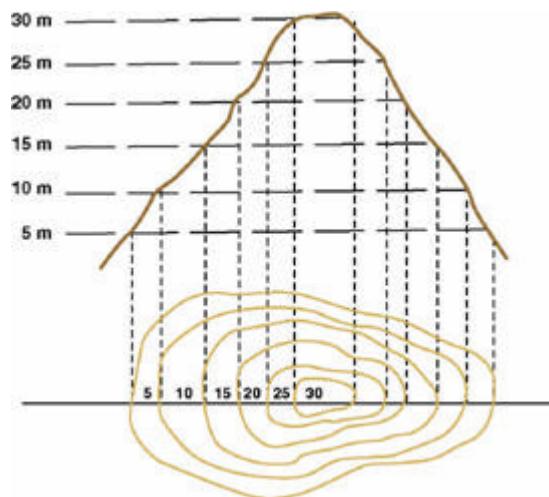


Figura 80: Formas del relieve.

Es depresión (hondonada), cuando ocurre lo contrario, es decir, cuando las curvas de cota mayor envuelven a las curvas de nivel de cota menor (Figura 81).

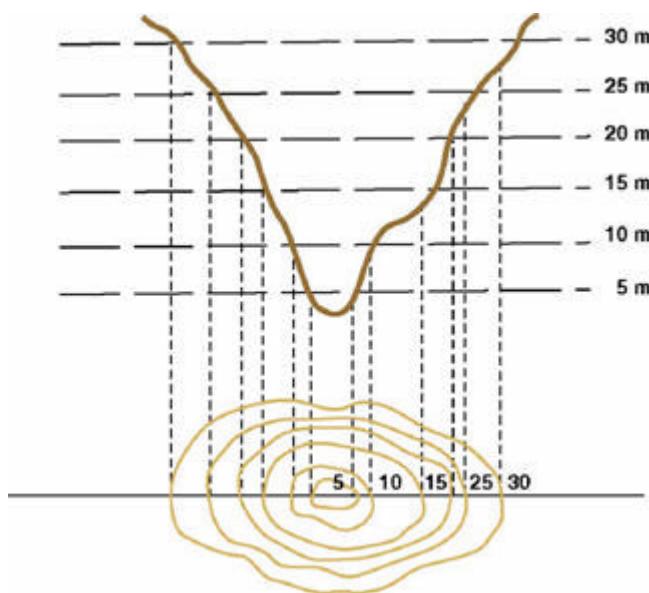


Figura 81: Formas de depresiones.

3.018. Detalle de representación de las curvas de nivel

- Las hojas que contengan dos o más equidistancias llevan la aclaración en el borde inferior, debajo de la escala gráfica.
- No se suprime el dibujo de las curvas de nivel en los caminos, salvo en los casos en que haya terraplenes y/o desmontes.

No se dibujan las curvas de nivel por debajo de la línea de la ribera.

Las curvas de nivel se suspenden donde se aplica el signo de barranca, barda, escarpa o precipicio.

- En los centros poblados no se interrumpen.
- En la carta a escala 1: 500 000, compilada sobre la base de documentación que disponga de curvas de nivel, el relieve se representa por medio de capas hipsométricas. En caso contrario, se lo hace por medio de esfumaje.
- La representación batimétrica con "isobatas" es una continuación del relieve terrestre. Su trazado se hace sobre la base de cartas hidrográficas oficiales.

SECCIÓN IV

PENDIENTES

3.019. Conceptos generales. La pendiente del terreno es la inclinación que tiene el mismo; en otras palabras, es el ángulo que forma la dirección entre dos puntos del terreno con la proyección en un plano horizontal AB (Figura 82).

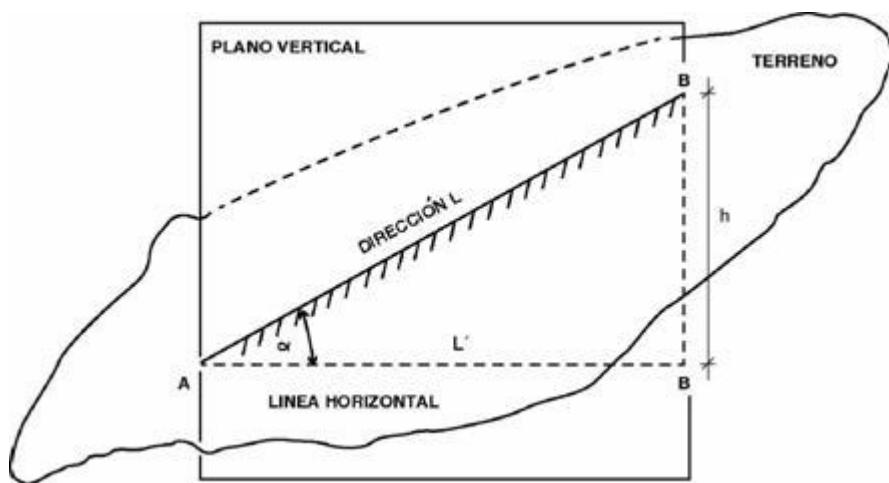


Figura 82: Pendiente.

El valor de la inclinación de la pendiente queda determinado por las magnitudes siguientes:

h: Desnivel existente entre los puntos considerados o desnivel de la pendiente. Se calcula con el auxilio de la equidistancia de las curvas de nivel.

L: Distancia horizontal entre los puntos considerados. Se calcula conociendo la escala de la carta.

3.020. Expresión de las pendientes

Existen cuatro formas de expresar las pendientes, a saber: gradientes, grados, milésimos y porcentaje. La expresión menos utilizada de las cuatro es la de milésimos.

a. **Pendiente expresada en gradiente.** La pendiente puede ser expresada como un gradiente (g), es decir, como una simple fracción que muestra la relación del desnivel entre los puntos considerados (h), con la distancia horizontal entre ambos (L).

$$g = \frac{h}{L}$$

Ejemplo: (Figura 83).

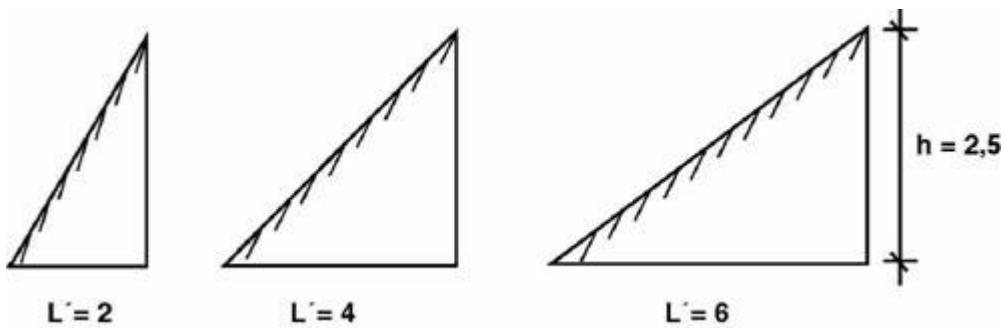


Figura 83: Pendiente expresada en gradiente.

En este caso, para un mismo valor de $h = 2,5$ m, cambia el valor de L (2; 4 y 6 m).

La mínima pendiente está dada para el valor $L = 6$ m.

$$g\ 1 = \frac{2,5\text{ m}}{2\text{ m}} = 1,25$$

$$g\ 2 = \frac{2,5\text{ m}}{4\text{ m}} = 0,62$$

$$g\ 3 = \frac{2,5\text{ m}}{6\text{ m}} = 0,42$$

Para calcular la pendiente en grados, porcentaje o milésimos, es necesario determinar, previamente, el gradiente de la misma.

- b. **Pendiente expresada en grados.** Si una pendiente está expresada en gradiente, resultará fácil darla en grados, determinando las veces que la relación $\frac{1}{60}$ equivalente a la tangente de un grado ($\text{tg } 1^\circ$) está contenida en el mismo.

$$\text{Pendiente en grados (G)} = \frac{H}{L} \div \frac{1}{60} = \frac{h \times 60}{L} = 60 \frac{h}{L} = 60 \times g$$

Ejemplo: Determinar el valor en grados de las pendientes obtenidas en el ejemplo anterior en gradientes:

$$G_1 = 1,25 \times 60 = 75^\circ$$

$$G_2 = 0,62 \times 60 = 37,2^\circ$$

$$G_3 = 0,42 \times 60 = 25,2^\circ$$

Esta es una fórmula aproximada, puesto que la función tangente no es una función lineal; pero, para las pendientes que no pasen los 25° , se puede utilizar esta relación con resultados bastante aproximados.

Los resultados verdaderos se hallan mediante la fórmula:

$$\text{Tg } a = \frac{h}{L} \quad a = \text{Ángulo de } 1^\circ \text{ figura 84}$$

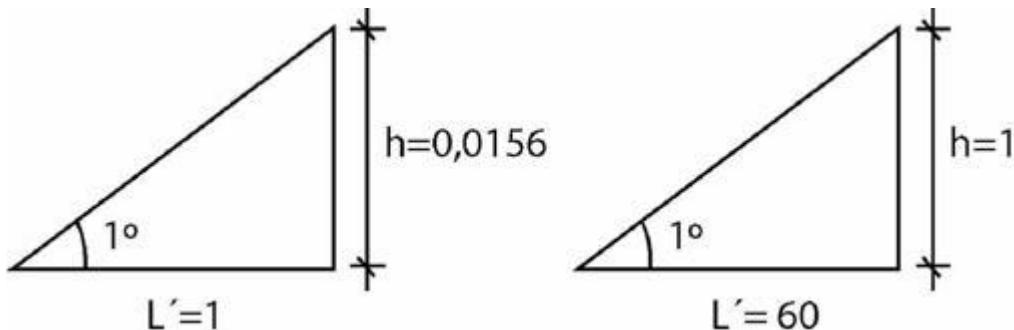


Figura 84: Tangente de 1° .

El resultado consiste en un número que es la tangente natural de $?$, tal número puede calcularse de dos formas:

Ejemplo:

$$h = 30\text{ m}$$

$$L = 240\text{ m}$$

$$\operatorname{Tg} a = \frac{30 \text{ m}}{240 \text{ m}} = 0,125$$

1) Mediante tabla de tangentes naturales:

$$a = 7^\circ 07'$$

2) Mediante el empleo de la fórmula:

$$G = 60 * 0,125 = 7,50 = 7^\circ 30'$$

- c. **Pendiente expresada en milésimos.** La resolución de este problema se basa en la definición de milésimos. Milésimos es el ángulo bajo el cual se ve 1m a 1000m de distancia normal a la visual (Figura 85).

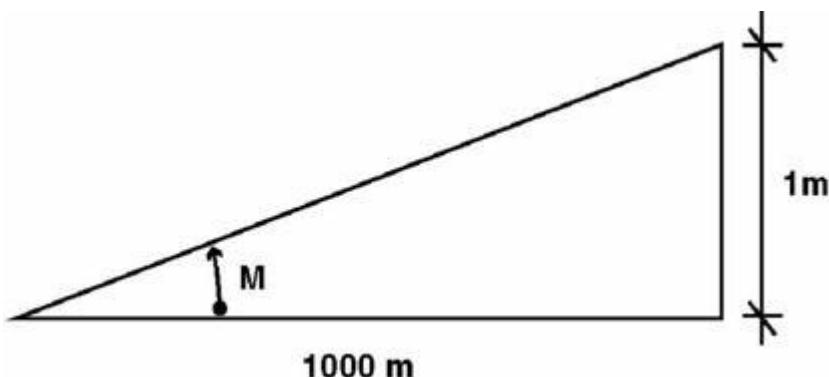


Figura 85: Milésima.

Si una pendiente está expresada en gradiente y se la quiere expresar en milésimos, se debe averiguar las veces que 1/1000 está contenido en el mismo.

$$\text{Pendiente en milésimos (M)} = \text{Gradiente (g)} \times 1000 \Rightarrow M = \frac{h}{L} \times 1000$$

Ejemplo:

Determinar el valor en milésimos de las pendientes dadas en gradientes:

$$M_1 = 1,25 \times 1000 = 1250$$

$$M_2 = 0,62 \times 1000 = 620$$

$$M_3 = 0,42 \times 1000 = 420$$

- d. **Pendiente expresada en porcentaje.** Esta es una de las formas más convenientes para expresar las pendientes. La resolución de este problema se basa en el porcentaje (%), expresado en la relación 1/100.

Si una pendiente está expresada en gradiente y se desea expresar en porcentaje, se debe averiguar las veces que 1/100 está contenido en el mismo.

$$\text{Pendiente en porcentaje (P)} = \text{Gradiente (g)} \times 100 \Rightarrow P = \frac{h}{L} \times 100$$

Ejemplo:

Determinar el valor en porcentaje de las pendientes dadas en gradientes:

$$P1 = 1,25 \times 100 = 125 \%$$

$$P2 = 0,62, \times 100 = 62 \%$$

$$P3 = 0,42 \times 100 = 42 \%$$

3.021. Resumen de fórmulas

$$\text{Pendiente en Gradiente (g)} = \frac{h}{L}$$

$$\text{Pendiente en grados (G)} = \text{Gradiente (g)} \times 60 \Rightarrow G = \frac{h}{L} \times 60$$

$$\text{Pendiente en milésimos (M)} = \text{Gradiente (g)} \times 1000 \Rightarrow M = \frac{h}{L} \times 1000$$

$$\text{Pendiente en porcentaje (P)} = \text{Gradiente (g)} \times 100 \Rightarrow P = \frac{h}{L} \times 100$$

3.022. Clases de pendientes

Existen cuatro tipos de pendientes, a saber:

- Pendiente uniforme.
 - Pendiente convexa.
 - Pendiente cóncava.
 - Terrazas.
- a. Pendiente uniforme. Aquella pendiente que tiene en toda su extensión un mismo grado de inclinación (*i*) (Figura 86).

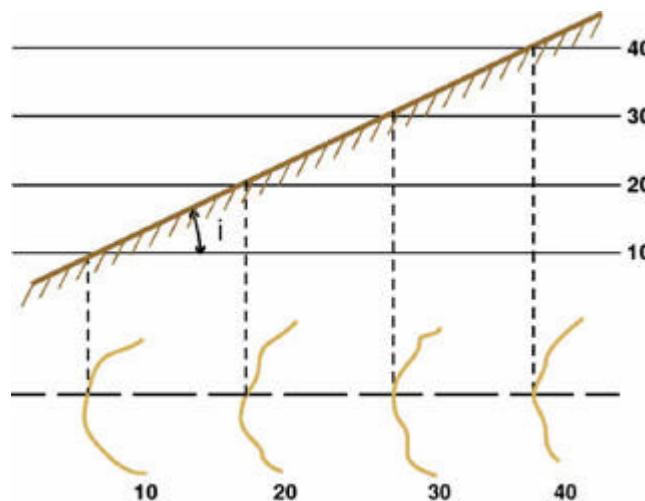


Figura 86: Pendiente uniforme.

Esta clase de pendiente se reconoce sobre la carta por la separación uniforme de las curvas de nivel, es decir, las curvas están igualmente espaciadas (Figura 87a).

Un hombre cuerpo a tierra, en una pendiente uniforme, podrá ver el terreno en toda su extensión, si no hay ningún detalle planimétrico que interrumpa su visual.

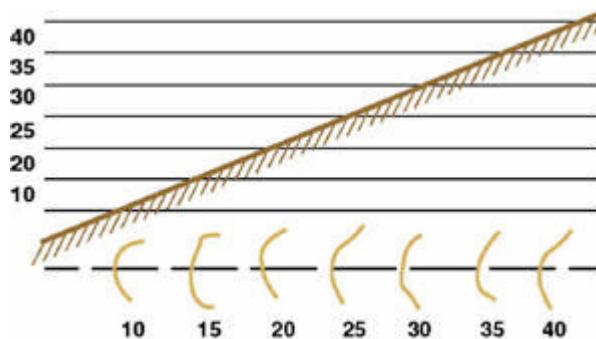


Figura 87a: Reconocimiento de una pendiente uniforme.

Cuanto mayor es el ángulo de inclinación de la pendiente, tanto mayor es la aproximación de las curvas de nivel que la representan en la carta, para una misma equidistancia (Figura 87b).

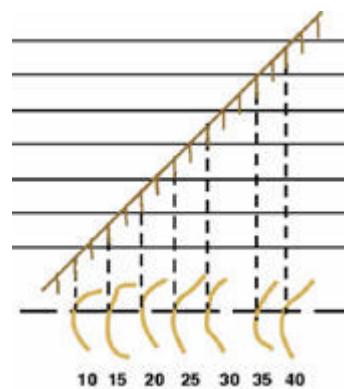


Figura 87b: Reconocimiento de una pendiente uniforme.

Generalizando, se puede decir que cuanto más juntas están las curvas de nivel, mayor es la pendiente. En terreno montañoso llega un momento en que las pendientes son tan abruptas que las curvas representativas de la misma se superponen. Es necesario, en estos casos, cambiar la equidistancia de las curvas (Figura 88).

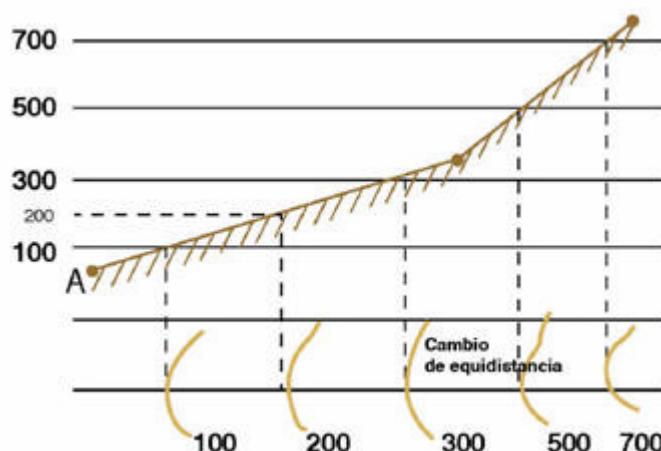


Figura 88: Cambio de equidistancias en pendientes abruptas.

Finalmente, la pendiente entre dos curvas de nivel distintas debe ser considerada uniforme, puesto que no es posible diferenciar en la carta la forma del terreno entre las curvas, salvo que haya algún signo que así lo indique (barrancas, lagunas, etc.). (Fig. 89)

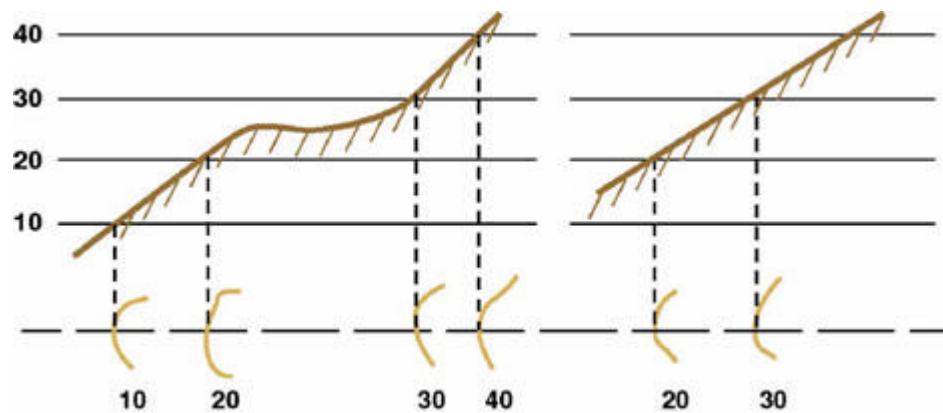


Figura 89: Pendiente uniforme.

- b. Pendiente convexa. Aquella que tiene la curvatura hacia el cielo. Se reconoce sobre la carta porque, desde la parte superior (curva de mayor valor) hacia la inferior (curva de menor valor), las curvas de nivel se van aproximando cada vez más (Figura 90).

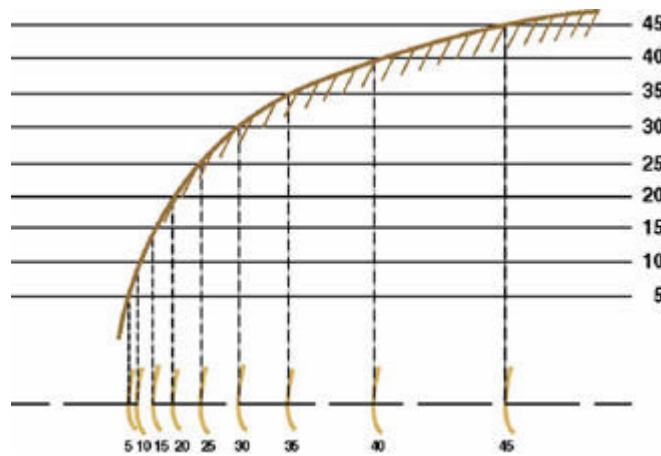


Figura 90: Pendiente convexa.

Pendiente cóncava. Aquella que tiene la curvatura hacia la Tierra. Se reconoce sobre la carta porque las curvas de nivel se van separando cada vez más, desde la parte superior (curvas de mayor valor) hacia la parte inferior (curvas de menor valor) (Figura. 91).

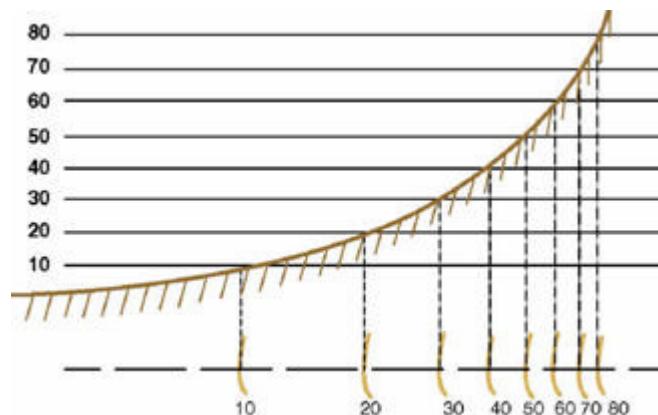


Figura 91: Pendiente cóncava.

Al contrario de lo que sucede en el caso anterior, las curvas de mayor valor son las que están más juntas. Un hombre cuerpo a tierra sobre una pendiente de esta clase ve el terreno en toda su extensión.

- c. Terrazas. En ciertas regiones del país, principalmente en la Patagonia, existen formas del terreno que se asemejan a escalones llamadas "terrazas".

Como una excepción, en estos casos, pueden repetirse los valores de las curvas de nivel en los límites de las denominadas "terrazas" (Figura 92). Además, pueden reconocerse estas características del terreno en la carta porque las curvas de nivel se agrupan de tramo en tramo. Es decir, hay tramos de pendientes casi nulas y otros donde hay distintos grados de pendientes que forman los escalones.

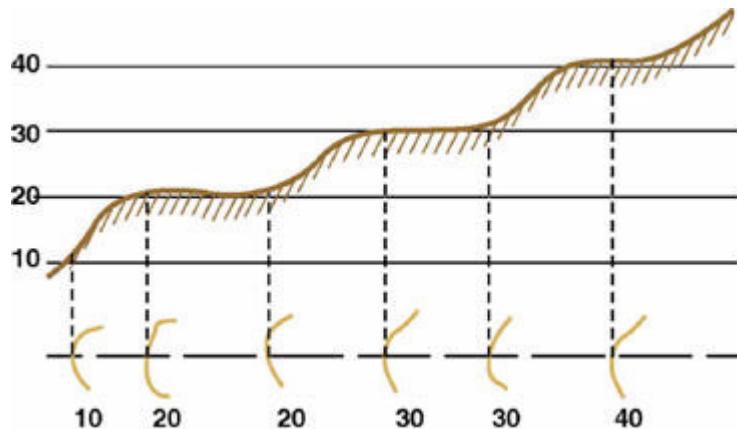


Figura 92: Terrazas.

3.023. Línea de máxima pendiente

Para determinarla, se deberá saber antes la pendiente de una recta y de un plano.

- a. Pendiente de una recta: Un ángulo de pendiente se mide en un mismo plano vertical ($BB'A$); en consecuencia, se determina el ángulo de pendiente que forma el segmento AB con el segmento horizontal AB' (Figura 93).

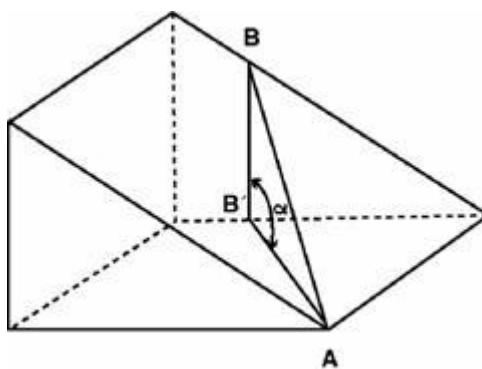


Figura 93: Pendiente de una recta.

- b. Pendiente de un plano. Para medir la pendiente de un plano, se debe elegir con cuidado la recta que caracteriza esa pendiente.

En la Figura 94 se puede apreciar que sobre un mismo plano (CBEG) y a partir de un punto A se pueden trazar rectas desde la horizontal, es decir, de pendiente nula como la AB y AC , hasta una recta de pendiente máxima (AF) que se llama "línea de máxima pendiente del plano considerado".

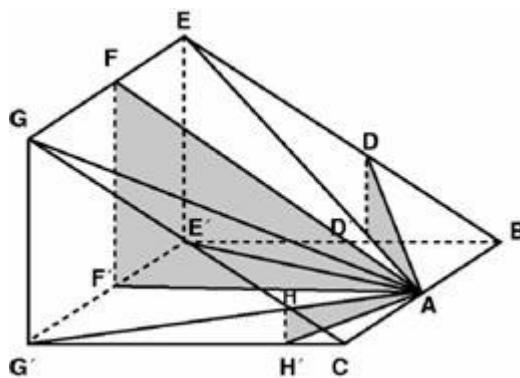


Figura 94: Pendiente de un plano.

La pendiente de la línea AD tiene cierto valor, siguiendo en importancia a la AE y finalmente a la AF; luego la recta AF es la de mayor pendiente, como sus paralelas CG y BE. En consecuencia, para medir la pendiente de un plano se determina cuál es la línea de máxima pendiente del plano, que es la que caracteriza su pendiente.

3.024. Determinación de la línea de máxima pendiente. Del estudio de la Figura 94 se deduce que la línea de máxima pendiente es perpendicular a las horizontales del plano (AF, GE, AF y CB). En efecto, estas rectas GE y CB en el plano están representadas por las curvas de nivel.

Es suficiente trazar sobre una cota las perpendiculares a las curvas de nivel, que son las horizontales de la recta de máxima pendiente.

- Si las curvas son paralelas o casi paralelas entre sí, se traza la normal común (Figura 95).

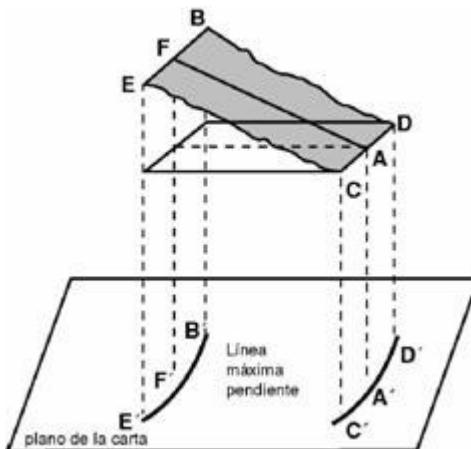


Figura 95: Línea de máxima pendiente en curvas paralelas.

- Si las curvas de nivel no son paralelas (Figura 96), se pueden presentar dos casos:

- 1) Que sean convergentes.
- 2) Que sean divergentes.

En el primero de ellos (ejemplo de la izquierda), es necesario trazar desde el punto A dos perpendiculares: una a la curva de cota 30 (AP) y la otra perpendicular a la curva de cota 40 (AQ).

La intermedia entre estas dos perpendiculares es la "línea de máxima pendiente" (AF); es decir, la menor distancia entre dos curvas de nivel.

En el segundo de ellos (ejemplo de la derecha), la línea de máxima pendiente desde el punto A (interno) está compuesta por el segmento AB perpendicular a la curva de cota 35 y el segmento AC perpendicular a la curva de cota 30; luego, la línea de máxima pendiente que pasa por el punto A es la quebrada CAB.

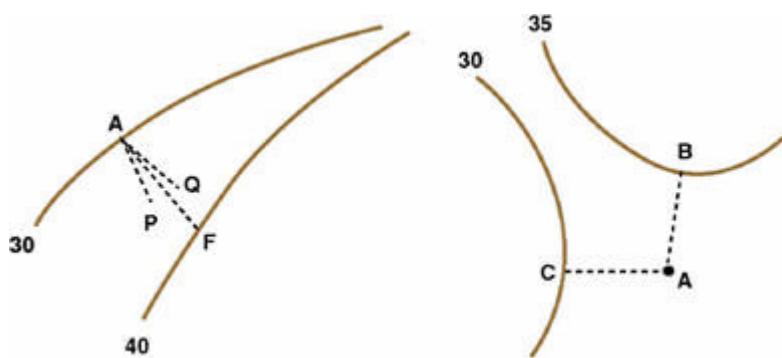


Figura 96: Línea de máxima pendiente en curvas no paralelas.

- c. Sobre una superficie de pendiente compuesta, la línea de máxima pendiente se determina descomponiéndola en una serie de superficies planas y determinando la correspondiente a cada una de éstas (Figura 97).

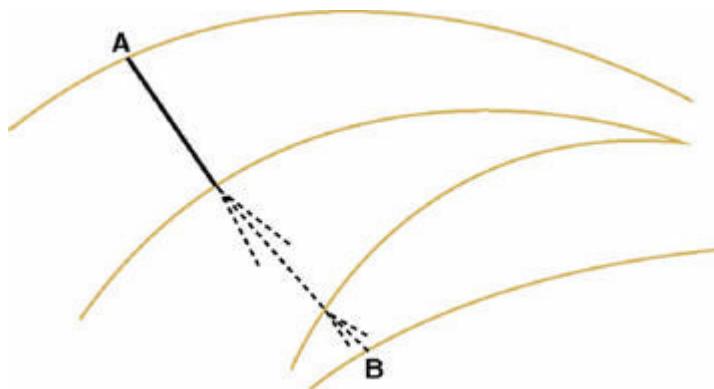


Figura 97: Pendiente compuesta.

- d. En la Figura 98 se puede apreciar claramente que la línea de máxima pendiente (LMP) se desvía a la derecha e izquierda, según la pendiente que ella va encontrando.

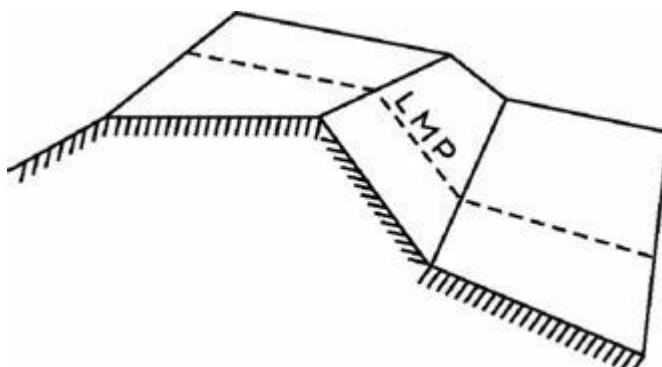


Figura 98: Línea de máxima pendiente.

Como en la naturaleza son muy raros los ángulos de este tipo, el trazado de la línea de máxima pendiente resulta ser una curva en la mayoría de los casos. Este es el trazado que siguen las zanjas que se forman después de las fuertes lluvias sobre la superficie del suelo.

3.025. Línea de mínima pendiente. En la Figura 84 se puede apreciar que la pendiente va disminuyendo hacia ambos lados de la línea de máxima pendiente hasta llegar al límite (terreno llano), como lo es la pendiente de la línea CAB. Se deduce, entonces, que la línea de mínima pendiente entre dos curvas de nivel consecutivas coincide con la mayor distancia que separa a las mismas, como puede verse en la Figura 99.

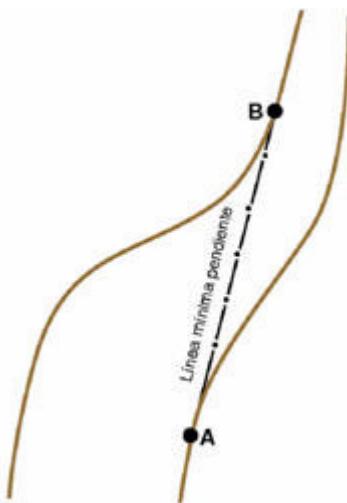


Figura 99: Línea de mínima pendiente.

3.026. Pendientes y contrapendientes (Figura 100). Estas palabras, cuyo sentido es absolutamente convencional, responden a una necesidad de importancia esencialmente táctica. En consecuencia, se las puede definir de la siguiente manera:

- a. Se llama pendiente a todo terreno, amigo o enemigo, a la que desciende hacia las primeras líneas.
- b. Se llama contrapendiente a todo terreno, amigo o enemigo, a la que asciende hacia las primeras líneas.

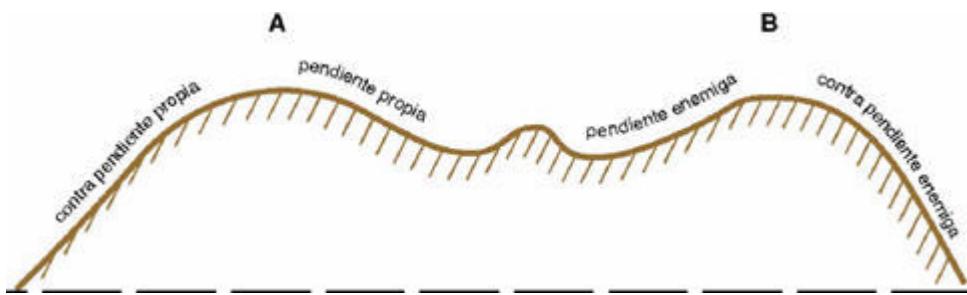


Figura 100: Pendiente y contrapendiente en relación con la ubicación de la propia tropa (A) y el enemigo (B).

3.027. Cresta

Cuando dos pendientes se reúnen en su cima, en forma análoga a un techo a dos aguas, se forma una cresta.

Las crestas se forman con pendientes de mayor o menor inclinación, y con distintos tipos de pendientes, a saber: cóncava y convexa, uniformes y cóncavas, uniformes y convexas (Figura 101).

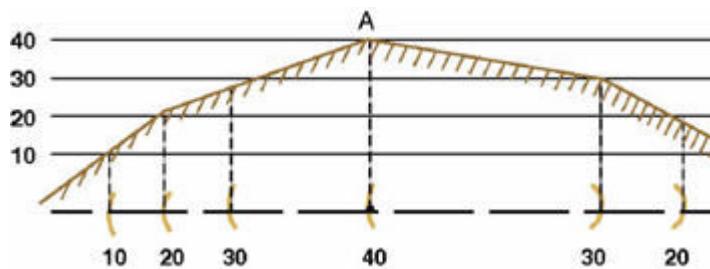


Figura 101: Formación de crestas.

Analizando estas curvas (valores), como se ha hecho anteriormente, se pueden determinar las clases de pendientes que forman la cresta.

3.028. Diferentes líneas en una cresta. En una cresta hay dos clases de líneas características: cresta topográfica y cresta militar (Figura 102).

- Cresta topográfica: parte superior de una arista (A). Un observador en posición de cuerpo a tierra no puede dominar visualmente toda la vertiente; las partes 2 y 3 escapan casi por completo a la visual. Solamente podría dominar toda la vertiente si se tratara de una pendiente uniforme (Figura 102).

Estos sectores que escapan a la observación terrestre se denominan "ángulos muertos" y son zonas peligrosas para aquel que ocupe una posición en la cresta topográfica, puesto que no puede batirlas con tiro directo de la infantería, sino que debe recurrir a las armas de tiro curvo y únicamente se puede llevar a cabo la observación desde observatorios elevados: árboles, torres, casas, etc.

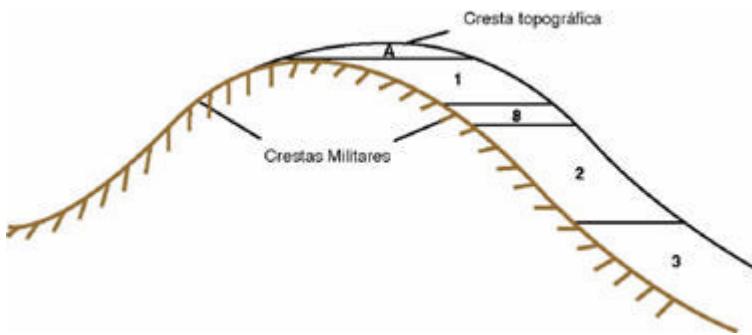


Figura 102: Cresta topográfica y cresta militar.

- Cresta militar: si se descende desde A por la pendiente, se llegará a un cierto paraje (B), desde donde se percibirá hacia abajo las zonas 2 y 3, y hacia arriba la zona 1 (Figura 102).

Este lugar es sumamente importante desde el punto de vista militar, puesto que un observador puede, desde allí, dominar visualmente, en principio, toda una vertiente de la cresta. Por tal razón, esta línea de cambio de pendiente recibe el nombre de "cresta militar".

Se entiende, entonces, por "cresta militar" a la línea de cambio de pendiente más alta, desde la cual se obtiene el mayor campo visual sin ángulos muertos.

En una misma elevación, hay otra cresta militar sobre la vertiente opuesta, por lo cual habrá entonces una cresta topográfica y dos militares.

Hay que tener presente que, en la naturaleza, las pendientes no se cortan en ángulos vivos, como ocurre en un techo a dos aguas, sino que, por lo general, lo hacen en forma suave, quedando los ángulos redondeados. Por lo tanto, las dos crestas ya citadas (topográfica y militar) no son líneas, sino más bien "zonas" más o menos estrechas.

Analizando la Figura 103 se puede apreciar cómo las curvas de nivel se hallan más espaciadas en las zonas 3 y 1 y más próximas en la zona 2, especialmente de la zona 2 a la 1. Se puede observar que la cresta militar se halla determinada en la carta por la curva de mayor valor (entre la zona 2 y 1).

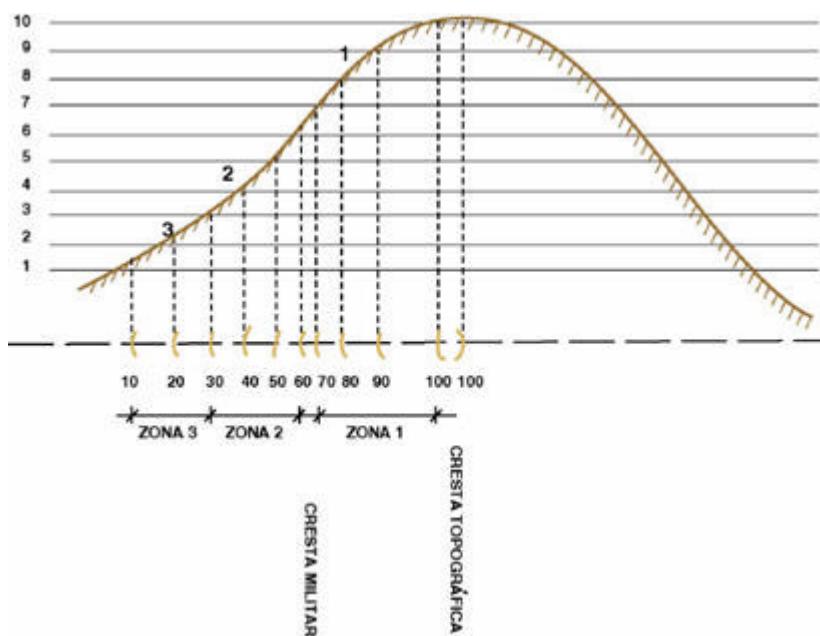


Figura 103: Determinación de la cresta topográfica y militar.

El grupo de curvas más próximas son las de la cota 40 a 80. El mayor valor de este grupo es el representado por la cota 80, donde se encuentra, aproximadamente, la cresta militar. La cresta topográfica se encuentra entre las dos curvas de cota 100.

3.029. Clasificación de las pendientes por su intensidad. De acuerdo con su intensidad, las pendientes se clasifican en:

Intensidad	Pendiente
Pendientes suaves	$\frac{H}{L} = \frac{1}{50} = 2\% = 1^\circ 10'$
Pendientes medias	$\frac{H}{L} = \frac{1}{50} = 5\% = 2^\circ 50'$
Pendientes fuertes	$\frac{H}{L} = \frac{1}{10} = 10\% = 5^\circ 40'$
Pendientes muy fuertes	$\frac{H}{L} = \frac{1}{5} = 20\% = 11^\circ 20'$
Pendientes violentas	$\frac{H}{L} = \frac{2}{1} = 50\% = 26^\circ 40'$
Pendientes muy violentas	$\frac{H}{L} = \frac{1}{1} = 100\% = 45^\circ$

3.030. Importancia militar del conocimiento del valor de la pendiente. Las tropas, según su movilidad (a pie, a caballo, sobre vehículos motorizados a rueda o a oruga), disponen de distintas posibilidades para vencer la pendiente del terreno. Si bien ello es posible, tales pendientes pueden ejercer influencia sobre su rendimiento de marcha y desgaste.

Por consiguiente, antes de realizar un movimiento, es necesario conocer las pendientes que se interponen, a fin de determinar si se puede vencerlas o, en caso contrario, seleccionar el camino adecuado para salvar el inconveniente.

El lugar en donde más se presentan problemas de este tipo es en el terreno de montaña.

A continuación se ofrecen algunos datos aproximados de las pendientes que puedan vencer los distintos elementos. Estos se dan solo a título informativo; pues, en cada caso, especialmente respecto a vehículos, deben consultarse los reglamentos que fijan sus características.

Medios de movilidad	Pendiente (G)	Pendiente (P)	Observación
Camiones en general	9°	15 %	Expresa un término medio; existen camiones con doble tracción y potente motor que vencen pendientes mayores.
Vehículos hipomóviles	15°	26%	
Jinetes	18°	30%	Caballos y mulas adiestradas para montaña; vencen pendientes algo mayores.
A oruga	25°	40%	Vencen pendientes mayores, pero por trechos cortos.
A pie	25°	40%	Infantería de montaña puede escalar mayores pendientes.

SECCIÓN V

DETERMINACIÓN DE LA COTA DE UN PUNTO

3.031. Casos de determinación de la cota de un punto

Existen siete casos que se pueden dar para la determinación de la cota de un punto, según el lugar en que se encuentre, a saber: sobre una curva de nivel, entre dos curvas consecutivas paralelas, entre dos curvas consecutivas no paralelas, dentro de una curva cerrada, dentro de una curva cerrada con un punto acotado, o sobre barrancas, terraplenes, bordes, zanjas, desmontes, huaicos, cortaduras, etc.

- a. El punto se encuentra sobre una curva de nivel: en este caso la cota del punto corresponde a la señalada para la curva de nivel (Figura 104).

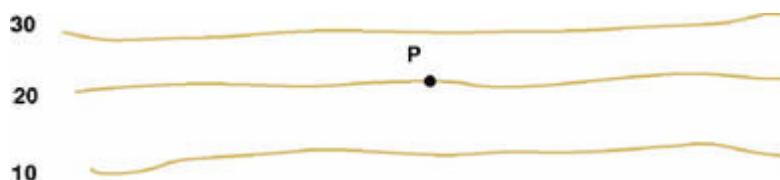


Figura 104: El punto se encuentra sobre una curva de nivel.

- b. El punto se encuentra entre dos curvas de nivel consecutivas paralelas: en el caso en que el punto (P) se encontrase entre dos curvas de nivel consecutivas paralelas, el procedimiento para determinar la cota del mismo es el siguiente (Figura 105):

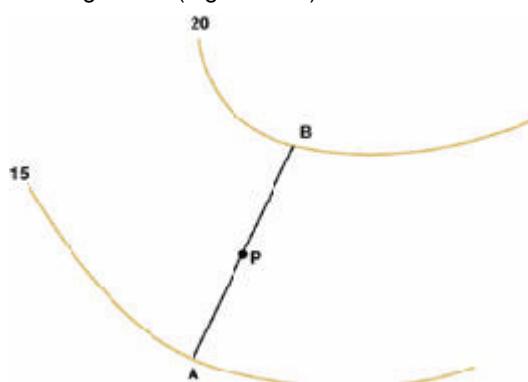


Figura 105: El punto se encuentra entre dos curvas de nivel consecutivas paralelas.

- 1) Se traza la línea de máxima pendiente entre ambas curvas y que atraviese el punto, teniendo en cuenta que, por definición, la línea de máxima pendiente es la menor distancia entre dos curvas de nivel (Art. 3.023).
- 2) Se mide la línea de máxima pendiente (AB) y la distancia desde el punto (P) a la curva de menor cota (AP), para el ejemplo:

$AB = 15 \text{ cm}$

$AP = 10 \text{ cm}$

- 3) Se determina la diferencia de cota del punto (P) con respecto a la curva de menor cota, teniendo en cuenta que la pendiente entre dos curvas de nivel consecutivas es uniforme (Art. 3.022 inc. a.):

$0,15 \text{ m} \dots \dots \dots \dots \dots \dots 5 \text{ m}$

$$\frac{5 \text{ m} \times 0,10 \text{ m}}{0,10 \text{ m} \dots \dots \dots \dots \dots \dots} = 3,33 \text{ m}$$

- 4) Se determina la cota del punto (P) sumando la diferencia de cota hallada a la curva de nivel de menor cota.

$P = 15 \text{ m} + 3,33 \text{ m} = 18,33 \text{ m}$

$P = 18,33 \text{ m}$

- c. El punto se encuentra entre dos curvas de nivel consecutivas no paralelas: en este caso el procedimiento es similar al anterior (Figura 106).

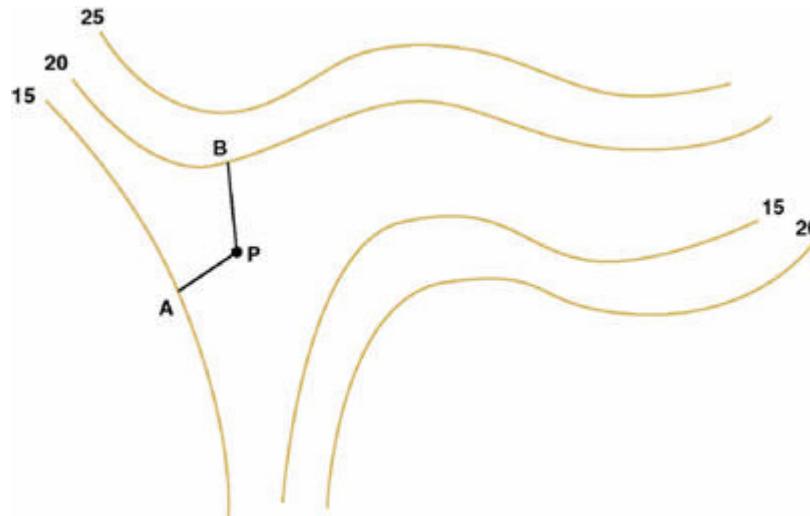


Figura 106: El punto se encuentra entre dos curvas de nivel no paralelas.

- 1) Se traza la línea de máxima pendiente entre ambas curvas y que atraviese el punto; es decir, la menor distancia desde la curva de mayor cota al punto y desde el mismo la menor distancia a la curva de menor cota, para el ejemplo:

$APB = 8 \text{ cm}$

$AP = 4 \text{ cm}$

- 2) Se determina la diferencia de cota del punto (P) con respecto de la curva de menor cota:

0,08 m.....5 m

$$0,04 \text{ m} \dots \frac{5 \text{ m} \times 0,04 \text{ m}}{0,08 \text{ m}} = 2,5 \text{ m}$$

- 3) Se determina la cota del punto (P).

$$P = 15 \text{ m} + 2,5 \text{ m} = 17,5 \text{ m}$$

$$P = 17,5 \text{ m}$$

- d. Estos dos casos podrían dar lugar a otro, como por ejemplo, encontrar en la carta un punto de altura o cota conocida entre dos curvas de nivel consecutivas (paralelas o no).

Ejemplo: localizar en la carta un punto (P) que se encuentra en una zona determinada a 40 m de altura (Figura 107).

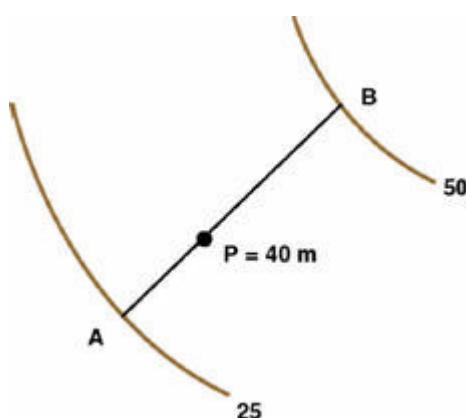


Figura 107: Localización de un punto de cota determinada.

- 1) En la zona determinada, trazar la línea de máxima pendiente entre dos curvas de nivel consecutivas (AB), para el ejemplo 1 cm.
- 2) Se determina la diferencia de altura entre el punto (P) y la curva de menor cota:

$$40 \text{ m} - 25 \text{ m} = 15 \text{ m}$$

- 3) Con el dato obtenido se determina la distancia desde el punto a la curva de menor cota:

25 m.....0,01 m

$$15 \text{ m} \dots \frac{15 \text{ m} \times 0,01 \text{ m}}{25 \text{ m}} = 0,006 \text{ m}$$

- 4) Se transporta la distancia obtenida (6 mm) desde la curva de menor cota.

- e. El punto se encuentra dentro de una curva cerrada: en el caso de que el punto (P) se encontrase dentro de una curva de nivel cerrada, sin un punto acotado en su interior (Figura 108), el procedimiento sería:

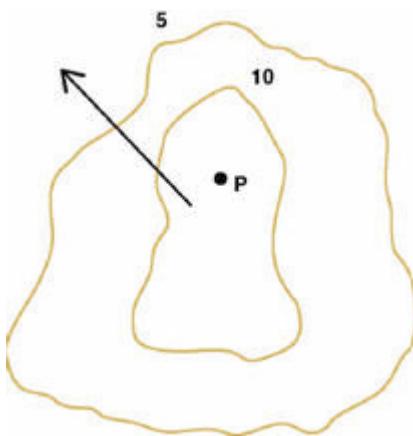


Figura 108: El punto se encuentra dentro de una curva cerrada.

- 1) Se determina la diferencia de altura con respecto a la curva de menor cota, tomando para ello la mitad de la equidistancia:

$$\frac{1}{2} \text{ Equid} = \frac{5 \text{ m}}{2} = 2,5 \text{ m}$$

- 2) Se determina la cota del punto (P) sumando la diferencia hallada a la cota de la curva cerrada.

$$P = 10 \text{ m} + 2,5 \text{ m} = 12,5 \text{ m}$$

$$P = 12,5 \text{ m}$$

- f. El punto se encuentra dentro de una curva cerrada con un punto acotado en su interior: en este caso se procede de manera similar al Caso 2 (Figura 109).

- 1) Se traza la línea de máxima pendiente entre el punto acotado (A) y la curva cerrada de tal manera que atraviese el punto (P) y se miden las distancias correspondientes, para el ejemplo:

$$AB = 8 \text{ cm}$$

$$PB = 3 \text{ cm}$$

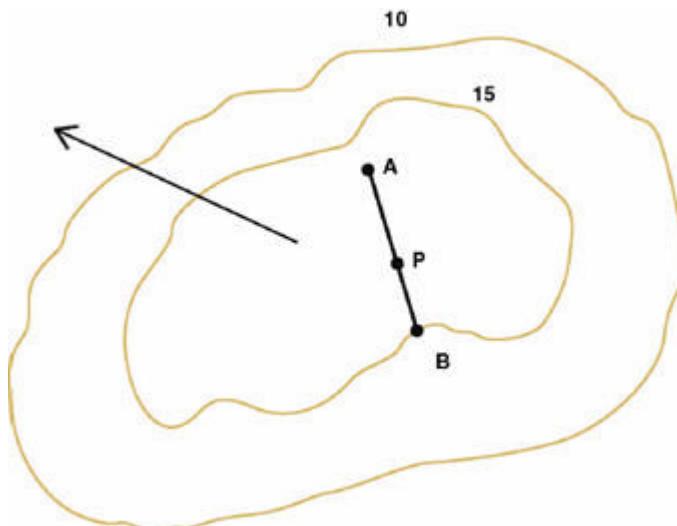


Figura 109: El punto se encuentra dentro de una curva cerrada con un punto acotado en su interior.

- 2) Se determina la diferencia de altura del punto (P) con respecto a la curva cerrada.

0,08 m.....3 m

$$0,03 \text{ m} \dots \frac{3 \text{ m} \times 0,03 \text{ m}}{0,08 \text{ m}} = 1,13 \text{ m}$$

- 3) Se determina la cota del punto (P) sumando la diferencia hallada a la cota de la curva cerrada.

$$P = 15 \text{ m} + 1,13 \text{ m} = 16,13 \text{ m}$$

$$P = 16,13 \text{ m}$$

- g. El punto se encuentra sobre barrancas, terraplenes, bordes, médanos, etc.: este caso da origen a otros dos casos, a saber:

- 1) Cuando el accidente no tiene cota (Figura 110): las barrancas se representan con su correspondiente signo convencional a partir de 0,70 m de altura hasta 3,00 m. Para hallar la cota de un punto que se encuentre sobre ellos, se busca la cota del pie de la barranca, procediendo como en el Caso 2, y se le suma 3,00 m, poniendo siempre el caso más desfavorable.

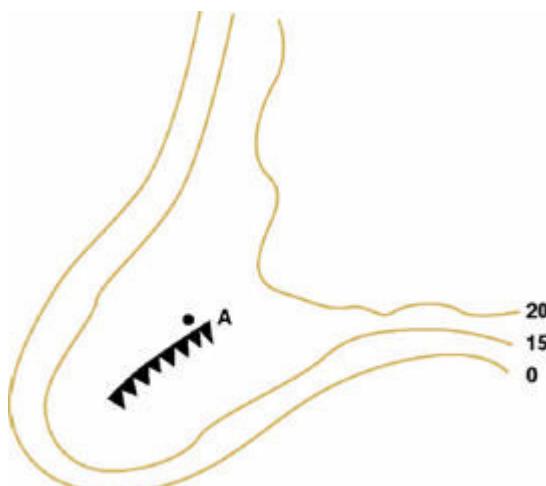


Figura 110: El punto se encuentra en una barranca sin cota interior.

- 2) Cuando el accidente tiene cota (Figura 111): cuando la barranca es de altura superior a 3,00 m, se agrega al signo correspondiente entre paréntesis la altura redondeada al metro. Esta cifra es promedio si es una sola, y sin son dos, el valor de la más alta y baja respectivamente. Para hallar la cota de un punto que se encuentra sobre ellos, se busca la cota del pie de la barranca procediendo como en el Caso 2 y se le suma el valor de ella.

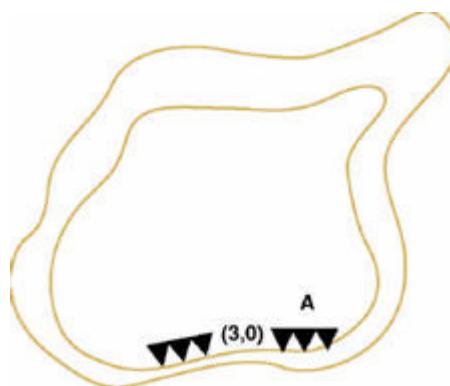


Figura 111: El punto se encuentra en una barranca con cota interior.

- h. El punto se encuentra en zanjas, desmontes, huaicos, cortaduras: al igual que en el Caso 6, este caso da origen a otros dos casos a saber:

- 1) Cuando el accidente no tiene cota (Figura 112): estos accidentes se representan con su signo desde 0,7 m a 2,50 m de profundidad. Para hallar la cota del punto, se busca la cota del pie de la zanja procediendo como los casos anteriores y se le resta 3,00 m, poniendo siempre el caso más desfavorable.

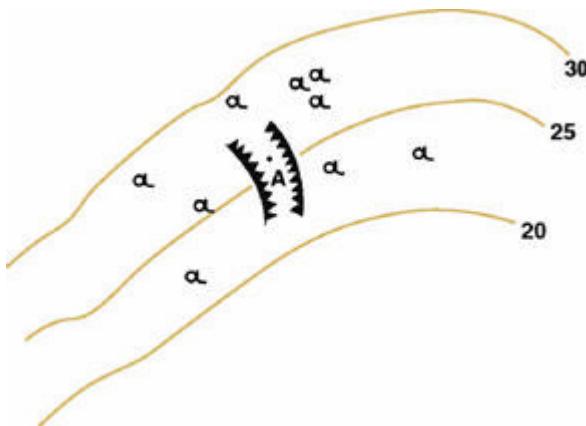


Figura 112: El punto se encuentra en una zanja sin cota interior.

- 2) El accidente tiene cota (Figura 113): cuando el accidente tiene una profundidad mayor de 3,00 m, se agrega al signo correspondiente la altura redondeada al metro. Esta cifra es promedio si es una sola, y si son dos, el valor de la más alta y baja respectivamente. Para hallar la cota de un punto que se encuentre dentro, se busca la cota del pie del accidente y se resta el valor de la altura correspondiente.

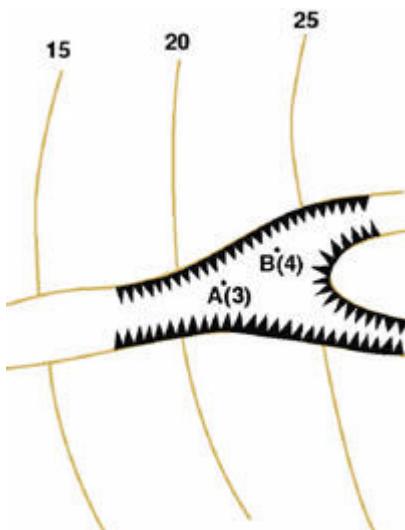


Figura 113: El punto se encuentra en una zanja con cota interior.

SECCIÓN VI

PERFILES

3.032. Conceptos generales. Se denomina perfil a la línea determinada por la intersección del terreno con un plano vertical cualquiera.

Genéricamente, para uso militar, el perfil es la construcción gráfica de una distancia en la carta proyectada sobre un plano base elegido donde se registran, a una escala vertical y otra horizontal, las variaciones de alturas (desniveles) que existen a lo largo de la línea o itinerario considerado.

3.033. Construcción gráfica de un perfil. Si el perfil es un auxiliar de trabajo con la carta, lo que se necesita es una representación de las variaciones de altura del terreno reducidos a una escala legible, y no un perfil rebatido horizontalmente en su tamaño natural del terreno. Esta es la razón por

la cual, para confeccionar un perfil, se deberá elegir una escala vertical para representar los desniveles, y otra horizontal para la progresión de la distancia, de forma tal que el dibujo sea legible. (Fig. 114)

Por lo tanto, para la construcción gráfica de un perfil se pueden dar dos casos, a saber:

- Que el perfil sea igual o inferior a la hoja de trabajo.
 - Que el perfil sea más grande que la hoja de trabajo.
- a. El perfil igual o inferior a la hoja de trabajo:

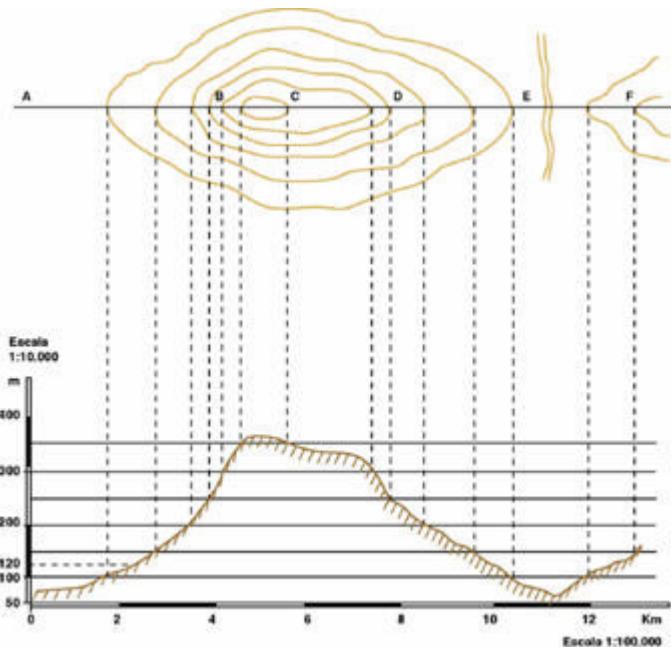


Figura 114: Construcción gráfica de un perfil.

Este es el caso más sencillo, dado que la escala horizontal es igual a la escala de la carta. Para este caso, el procedimiento es el siguiente:

- 1) Se traza una escala horizontal coincidente con la escala de la carta.
- 2) Se traza una escala vertical, tantas veces mayor a la escala horizontal como sea necesario, para que el dibujo sea legible (para este ejemplo, se tomó diez veces mayor). Se deberá tener en cuenta que la exageración del perfil será mayor, cuanto mayor sea la diferencia entre la escala vertical y la horizontal.
- 3) Sobre el margen de una hoja de papel se marcan las curvas de nivel y se transportan sobre la escala horizontal.
- 4) Sobre la escala vertical se marcan las distintas cotas del terreno del itinerario considerado, de acuerdo con la fórmula:

$$M = \frac{L}{D}$$

Donde:

M = cota del terreno marcado en la escala vertical.

H = cota del terreno.

D = denominador de la escala vertical.

- 5) Se proyectan verticalmente las marcas de la escala horizontal (plano de comparación) y se proyectan horizontalmente las marcas de la escala vertical.
 - 6) Se unen los puntos de intersección de ambas proyecciones.
 - 7) A partir del origen, sobre la escala horizontal, se señalan las distancias progresivas en que se descompone la distancia elegida, ya sea con la progresión 1, 2 o 3, según convenga (para este caso: 2, 4, 6, etc.).
- b. El perfil para construir es más grande que la hoja de trabajo: en caso de disponerse de una medida determinada de papel, representar, por ejemplo, 10 km de terreno en 20 cm útiles de papel. En tal caso se procede de la siguiente forma:

- 1) Se determina la escala horizontal o plano de comparación del perfil para que entre cómodamente en la hoja de trabajo disponible, aplicando la fórmula del artículo 2.003.

$$D = \frac{L}{M}$$

D = denominador de la escala.

L = distancia en el terreno.

M = espacio útil de papel.

$$D = \frac{10.000 \text{ m}}{0,20 \text{ m}} = 50.000$$

Por lo tanto, la escala horizontal será 1: 50 000. Por similitud con el caso anterior, se tomará la escala vertical 1: 50 000.

En este caso, el número resultante como denominador de la escala es un número redondo, conveniente para el trabajo. De no ocurrir así, se debe elegir otro número, cercano al obtenido, que reúna las condiciones antes mencionadas; el número elegido deberá ser mayor, para poder obtener así una escala menor que pueda representar tal longitud en el espacio de papel disponible.

Suponiendo, por ejemplo, que la longitud del itinerario fuera de 9.565 m, se tendría:

$$D = \frac{L}{M} = \frac{9565 \text{ m}}{0,20 \text{ m}} = 47825$$

La escala obtenida, 1: 47 825, no es práctica para el trabajo; por lo tanto, se deberá buscar un número mayor (para que la escala sea menor) y que facilite el trabajo. En este caso, la escala horizontal elegida deberá ser 1: 50 000.

- 2) Se transportan las distancias en la carta a escala horizontal, aplicando la fórmula:

$$M' = \frac{M \times Dc}{Dh}$$

Donde:

M' = distancia en la escala horizontal.

M = distancia medida en la carta.

Dc = denominador de la escala de la carta.

Dh = denominador de la escala horizontal.

3) Se procede, a continuación, como en el caso anterior.

3.034. Problemas que permiten resolver los perfiles. Los perfiles permiten resolver, entre otros, los siguientes problemas:

- Determinar la cota de un punto: en este caso se traza un perfil que contenga al punto (P) y cuya línea base o plano de comparación se extienda entre dos cotas de magnitud conocida.

Se determina el punto de intersección del punto P con la escala vertical, y se obtiene, por lectura, la cota correspondiente Figura 114).

- Comprobar si un punto es dominado por otro (Figura 115): este problema es de importancia para determinar la observación de una zona y su campo de tiro, ubicando los ángulos muertos. Se resuelve confeccionando el perfil de la distancia considerada y trazando líneas rectas que unan los puntos cuyo dominio se desea averiguar.

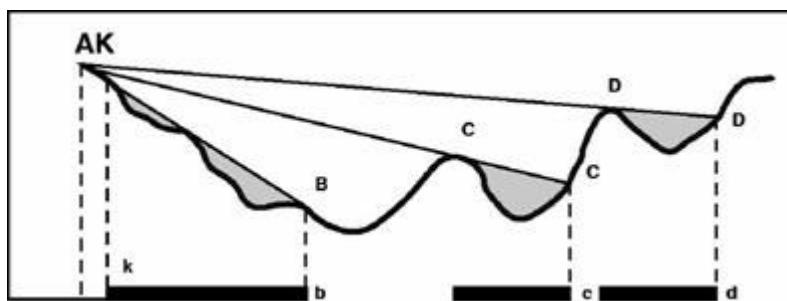


Figura 115: Dominio por las vistas de un punto sobre otro.

SECCIÓN VII

ILUMINACIÓN DE CARTAS TOPOGRÁFICAS

3.035. Consideraciones generales. La iluminación de la carta consiste, básicamente, en colorear con distintos tonos de verde y sepia (marrón) el terreno representado, destinando el verde más oscuro para los terrenos más bajos y el marrón más oscuro para los más altos. Los tonos de verde disminuirán en intensidad a medida que asciendan las cotas iluminadas, mientras que el marrón se tornará más intenso cuando el relieve se incremente.

La iluminación de la carta será normalmente utilizada para acentuar la impresión del relieve en cartas de escala grande, durante el estudio del terreno en operaciones tácticas.

3.036. Procedimiento. El procedimiento para la iluminación de cartas topográficas es el siguiente:

- En la carta para iluminar se determina la cota más alta y la más baja, así como la equidistancia existente entre curvas de nivel.
- En relación con la cantidad de tonos de colores verde y marrón disponibles, se calcula la cota que dividirá ambos colores y, de la misma forma, las cotas que dividirán los tonos dentro de cada color.
- Si se confeccionara un mosaico uniendo varias cartas a los fines precedentes, convendrá considerarlas a todas como una sola, para lograr uniformidad de criterio en la iluminación.

3.037. Ejemplo de aplicación. Iluminar el sector de la carta que se muestra en la Figura 116; el procedimiento será el siguiente:



Figura 116: Iluminación de cartas topográficas.

- Desniveles existentes: 88,9 m y 31,5 m, siendo la equidistancia de 2,50 m.
- Colores disponibles: 2 tonos de color verde y 2 de marrón.
- Redondear las cotas máximas y mínimas con relación a las curvas de nivel principales, representándolas gráficamente Figura 116).
- La cota de 60 m dividirá los colores verdes de los marrones.
- La cota de 45 m dividirá los tonos de color verde: oscuro para la zona comprendida por alturas inferiores a la curva auxiliar de 45 m; claro entre 45 y 60 m.
- Por similitud, la cota de 75 m dividirá los tonos de color marrón: claro para la zona comprendida entre la curva principal de 60 m y la auxiliar de 75 m; oscuro para alturas superiores a 75 m.

3.038. Carta iluminada a través de software geográfico. Actualmente, es posible realizar la operación anterior a través de software geográfico. Para ello, se deberá contar con un modelo digital de elevaciones. Procediendo de esta manera, se obtendrá un producto de calidad muy superior al señalado en el artículo anterior, pudiendo además determinar los intervalos con los cuales se desea iluminar, como así también la gama de colores más representativos según el tipo de relieve de la zona para cartografiar (Figura 117).

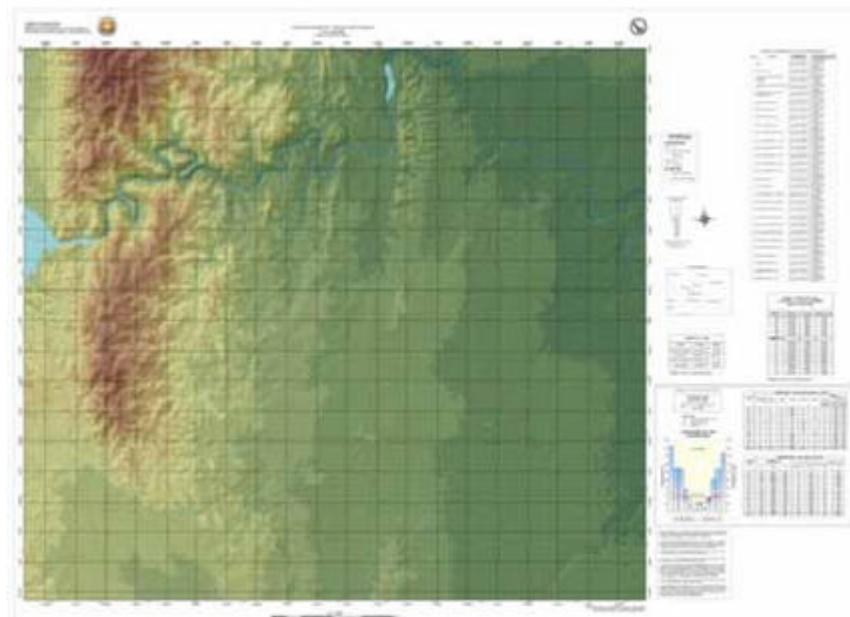


Figura 109: Iluminación de cartas topográficas a través de software geográficos.

CAPÍTULO IV**ORIENTACIÓN****SECCIÓN I****NAVEGACIÓN TERRESTRE POR LA CARTA****4.001. Conceptos generales**

Orientarse es determinar en el terreno la dirección oriente (este) y, por lo tanto, la de los otros puntos cardinales; además, es necesario conocer la situación relativa que se tiene con respecto a otros puntos conocidos en el terreno.

El conocimiento de la localización de un objeto, su lejanía y altura, y la configuración del terreno puede ser de muy poco valor al usuario de una carta, a menos que sepa en qué dirección movilizarse para alcanzarlo. Se define a la dirección como una línea recta, real o imaginaria, sobre una carta o terreno que une el punto de origen con el punto de destino. Las direcciones se expresan como unidades de medición angular.

4.002. Líneas de base

Para expresar una dirección como una unidad de medida angular, debe haber un punto de inicio o medición cero, la medición cero para expresar una dirección se conoce como línea de base. Se ha establecido al norte como línea de base desde el cual medir los ángulos en el sentido de las agujas del reloj.

- Existen tres líneas Norte (líneas de base), a saber (Figura 118):

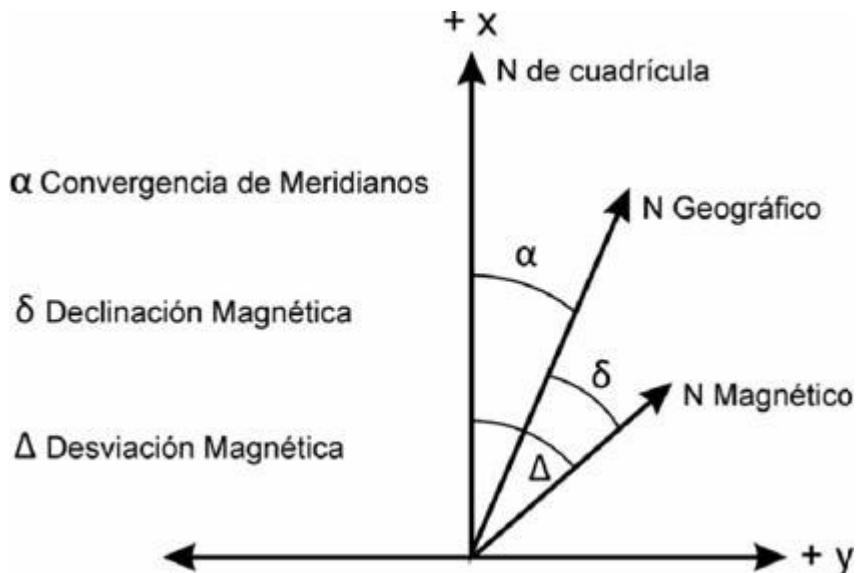


Figura 118: Líneas de base.

- Norte geográfico o verdadero: queda determinado en un punto cualquiera de la superficie terrestre por el meridiano que pasa por él.
 - Norte magnético: se establece mediante el empleo de la brújula; la aguja imantada tiene la propiedad de dirigir su eje a dicha dirección.
 - Norte de cuadrícula o norte de coordenadas: queda determinado por las líneas verticales (eje de las X) de la grilla de coordenadas impresa en la carta.
- b. Denominación de los ángulos característicos que se forman entre las líneas de base: (Figura 118)

- 1) Convergencia meridiana (α) o convergencia plana de meridianos: es el ángulo formado por la recta que marca el norte de cuadrícula con la recta que señala el norte geográfico o verdadero.
- 2) Declinación magnética (δ): ángulo formado por la recta que marca el norte geográfico o verdadero con la recta que señala el norte magnético.
- 3) Desviación magnética (γ): ángulo formado por la recta que señala el norte de cuadrícula con la recta que indica el norte magnético.

4.003. Relación de una línea de dirección con las líneas de base

Una dirección AB de dos puntos del terreno puede referirse a los tres nortes señalados, mediante la formación de los siguientes ángulos característicos (Figura 119):

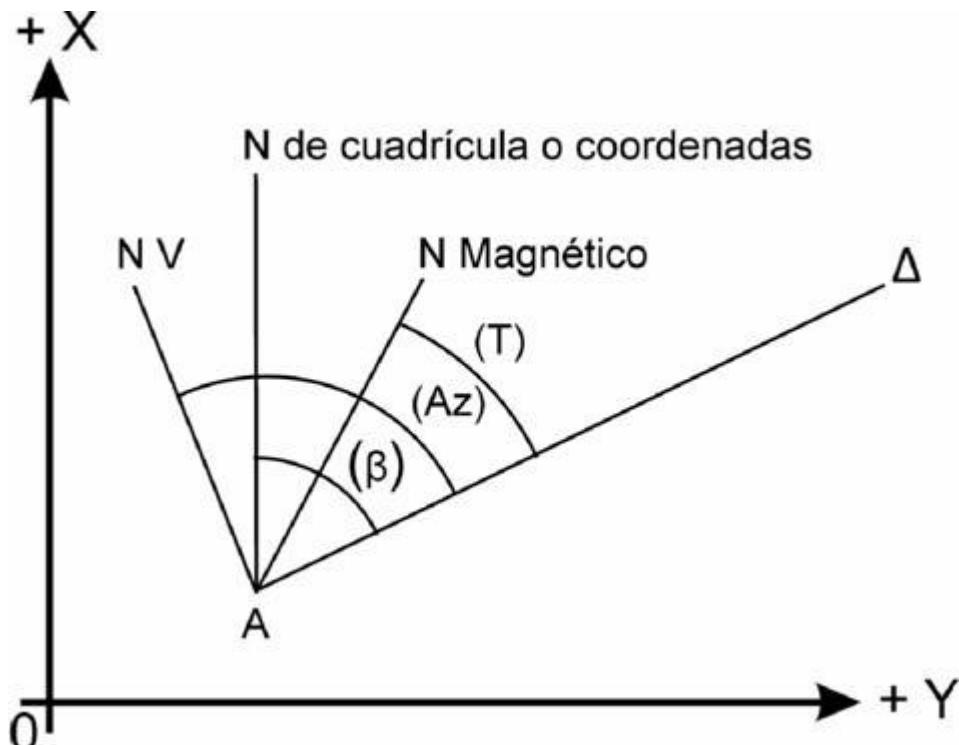


Figura 119: Ángulos que forman las líneas de base.

- a. Ángulo de dirección o acimut plano (β): ángulo que una línea de dirección forma con el norte de cuadrícula, o con la paralela al eje de las X.
- b. Acimut (Az): ángulo que una línea de dirección forma con el norte verdadero.
- c. Rumbo (T): ángulo que una línea de dirección forma con el norte magnético.

4.004. Orientación de la carta

Se dice que una carta está orientada cuando la misma, colocada en posición horizontal, queda con su parte superior dirigida hacia el Norte.

Luego de haber determinado el Norte por cualquiera de los procedimientos conocidos, se orienta la carta colocando la parte superior en dicha dirección.

4.005. Orientación por medio de la carta

Habrá que determinar, previamente, el punto donde nos encontramos, o sea el punto de estación.

Es suficiente, para ello, colocar las líneas de la carta (alambrados, caminos, ferrocarriles, canales, etc.) paralelas a las líneas homólogas correspondientes del terreno que estén al alcance de nuestra

vista; el borde derecho o izquierdo de la carta, o las líneas verticales del cuadriculado indicarán la dirección norte.

Si se marcha por un camino, es suficiente hacer coincidir el eje del camino con el representado en la carta; en este caso, se ha utilizado un detalle planimétrico del terreno y de la carta que es el hecho de haber determinado con seguridad el punto estación, máxime si el camino tiene numerosos codos y, por lo tanto, cambia frecuentemente de rumbos.

4.006. El diagrama de declinación

Los ángulos formados con las líneas de base conforman el diagrama de declinación; el mismo forma parte de la información marginal de la carta. Esta variación anual de la desviación magnética se utiliza para transformar un rumbo en un acimut plano o viceversa, teniendo en cuenta que la misma solo puede ser tomada para un periodo de cinco años anteriores y posteriores a la fecha de edición de la carta; es decir que si la carta fue impresa en 2010, dará la variación comprendida dentro del periodo 2005-2015.

4.007. Empleo del diagrama de declinación

Como se indicó en el artículo anterior, mediante el empleo del diagrama de declinación, se puede transformar un rumbo en un acimut plano o viceversa:

- Conversión de un acimut plano en rumbo:** con el auxilio del diagrama de declinación de la carta, se extrae la desviación magnética (?), su variación anual y se la calcula según la fecha actual.

El acimut plano obtenido de la carta se corrige con el valor de la desviación calculado, teniendo en cuenta que se suma o se resta de acuerdo con la siguiente regla:

- 1) Cuando el rumbo se encuentra al Este, se RESTA.
- 2) Cuando el rumbo se encuentra al Oeste, se SUMA.

Ejemplo: conversión de acimut plano en rumbo, cuando el norte magnético se encuentra al Este (Figura 120).

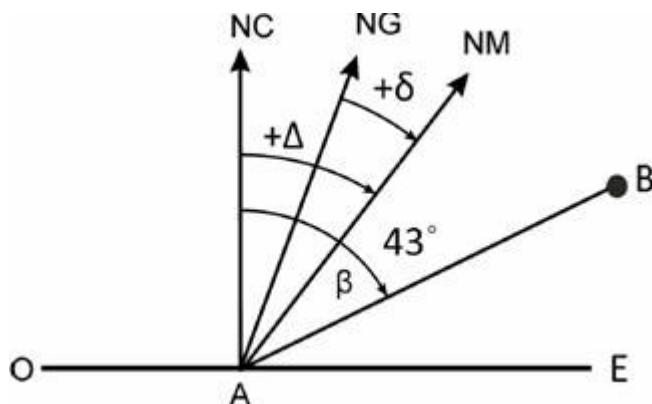


Figura 120: Conversión de acimut plano en rumbo.

Valor de acimut plano = 43° - Época Feb 1991.

Desviación magnética ? = $+9^\circ 09'$.

Declinación magnética d = $+8^\circ 38'$.

Variación anual para el año 1986 = $-8'$.

? actual = ? ref + (variación anual x diferencia de época).

? actual = $9^\circ 09' + (-8' \times (1991 - 1986))$.

? actual = $9^\circ 09' + (-8' \times 5)$.

? actual = $9^\circ 09' - 40' = 8^\circ 29'$.

Rumbo = acimut plano - desviación (al Este).

Rumbo = $43 - 8^\circ 29' = 34^\circ 31'$.

Ejemplo: Conversión de acimut plano en rumbo cuando el norte magnético se encuentra al Oeste (Figura 121).

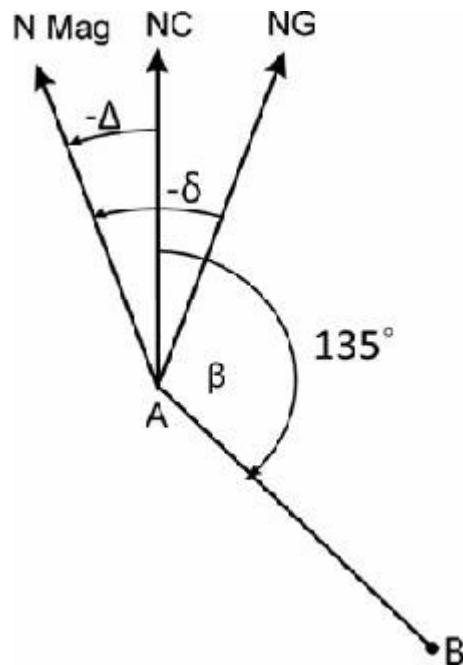


Figura 121: Conversión de acimut plano en rumbo.

Valor de acimut plano = 135° - Época Feb 1991.

Desviación magnética δ = $-1^\circ 45'$.

Declinación magnética d = $-2^\circ 00'$.

Variación anual para el año 1987= $-10'$.

$$\text{? actual} = -1^\circ 45' + (-10' \times 4).$$

$$\text{? actual} = -1^\circ 45' + (-40').$$

$$\text{? actual} = -1^\circ 45' - 40' = -2^\circ 25'.$$

Rumbo = acimut plano + desviación (se suma su valor absoluto).

$$\text{Rumbo} = 135^\circ + 2^\circ 25' = 137^\circ 25'.$$

- b. Conversión de un rumbo en acimut plano. El problema se resuelve en forma inversa al anterior (Figura 122).

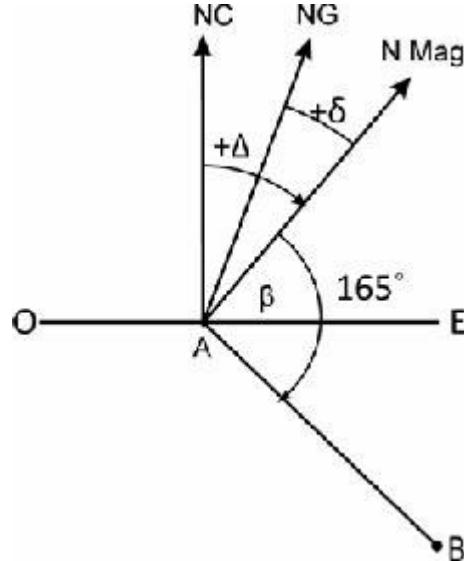


Figura 122: Conversión de rumbo en acimut plano.

Valor del rumbo = 165° - Época Feb 1991.
 Desviación magnética = $+7^\circ 10'$.
 Declinación magnética = $+9^\circ 15'$.
 Variación anual para el año 1987 = $-6'$.
 Actual = $+7^\circ 10' + (-6' \times 4)$.
 Actual = $+7^\circ 10' + (-24')$.
 Actual = $+7^\circ 10' - 24' = +6^\circ 46'$.

Acimut plano = Rumbo + desviación magnética (al Este).
 Acimut plano = $165 + 6^\circ 46' = 171^\circ 46'$.

4.008. Navegación terrestre

Es un método que se emplea para trasladarse de un lugar a otro, utilizando como guía los puntos característicos del terreno y conociendo la propia ubicación en la carta. El procedimiento consiste en los siguientes pasos (Figura 123):

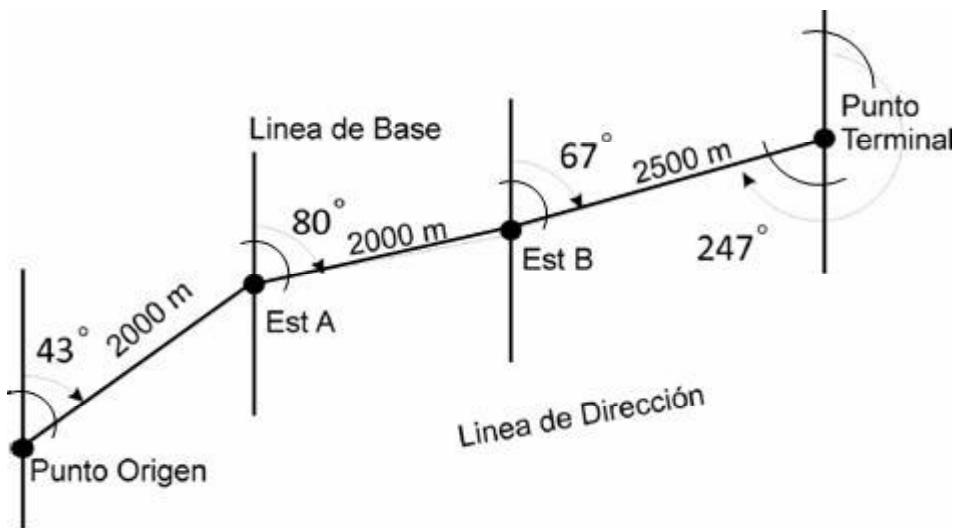


Figura 123: Diagrama de navegación terrestre.

- Se traza un itinerario para recorrer en la carta por medio de líneas rectas que se inicien en un punto de origen y unen los distintos puntos de estaciones hasta llegar a un punto terminal. La recta así trazada recibe el nombre de línea de dirección.
- En el punto de origen, en cada punto de estación y en el punto terminal, se traza una recta que pasa por él, paralela al eje de las X o meridiano más próximo, la cual recibe el nombre de línea de base.
- En cada uno de los lugares señalados mediante el auxilio de un transportador, se mide el ángulo de dirección correspondiente, siempre positivo en sentido de las agujas del reloj. Para efectuar la medición, se procede de la siguiente manera (Figura 124): se ubica el índice del transportador sobre el punto desde el cual se desea medir el ángulo de dirección, asegurándose de que el 0° coincida con el norte de la cuadrícula y se lee la magnitud angular en el punto donde la línea trazada intercepta la escala del transportador.
- Efectuadas las mediciones angulares, se mide la distancia entre cada punto con un doble decímetro o compás militar, de acuerdo con la escala de la carta.

Luego de este procedimiento, queda formado el diagrama de navegación listo para su uso.

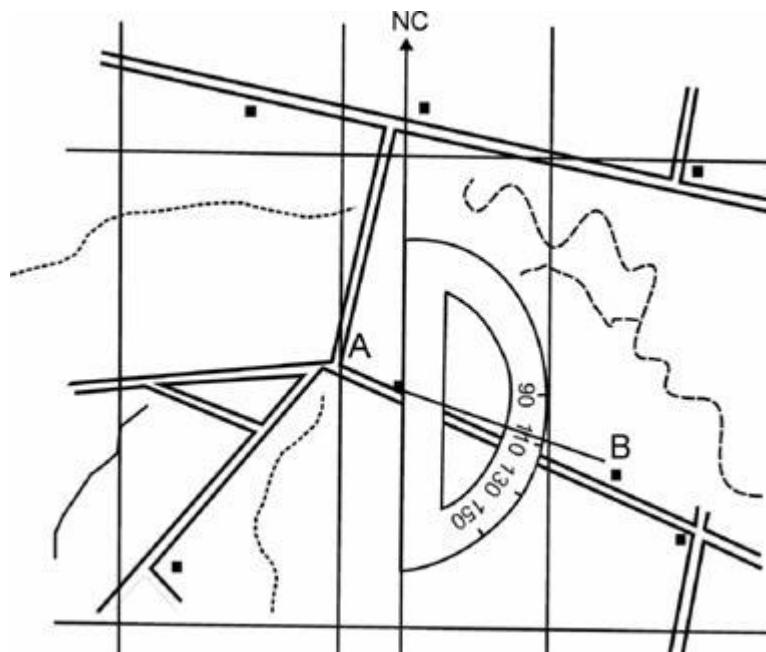


Figura 124: Uso del transportador.

4.009. Uso del diagrama de navegación terrestre

El procedimiento en el empleo del diagrama de navegación terrestre es el siguiente:

- Ubicado en el terreno en el punto de origen, se extrae de la carta el rumbo calculado de la línea de dirección y, con el auxilio de la brújula, se determina la dirección correspondiente.
- Al mismo tiempo, se orienta la carta mediante la brújula o detalles del terreno, para ratificar la posición de ubicación en el punto de origen, como así también, para localizar otros elementos característicos que aseguren la navegación terrestre por los procedimientos que más adelante se establecen (intersección directa o inversa). A continuación, se recorre el terreno en la dirección fijada por la brújula, hasta alcanzar la distancia determinada en el diagrama de navegación; una vez que se alcanza esta posición (Punto A), nuevamente se hace estación con la brújula repitiendo la operación, pero ahora con el punto siguiente (Punto B), y así sucesivamente.

4.010. Rumbo recíproco

Cada rumbo (T) o acimut plano (β) medido sobre una recta tiene un ángulo complementario que difiere en 180° y se llama "posterior".

Las reglas para determinar el rumbo o ángulo de dirección posterior son las siguientes:

- Si el rumbo es menor de 180° , el ángulo posterior es el valor del ángulo más 180° .
- Si el rumbo es mayor de 180° , el ángulo posterior es el valor del ángulo menos 180° .
- Si el rumbo o ángulo de dirección es 180° , el ángulo posterior es de 0° o 360° .

4.011. Otros métodos para hallar direcciones y puntos en el terreno y la carta

Existen tres métodos para hallar direcciones y puntos en el terreno y la carta, a saber: intersección, intersección inversa e intersección modificada.

- Intersección:** se usa para localizar un punto visible del terreno que no puede materializarse correctamente en la carta. Presenta dos procedimientos:

1) Método de mapa y brújula (Figura125): el procedimiento es el siguiente:

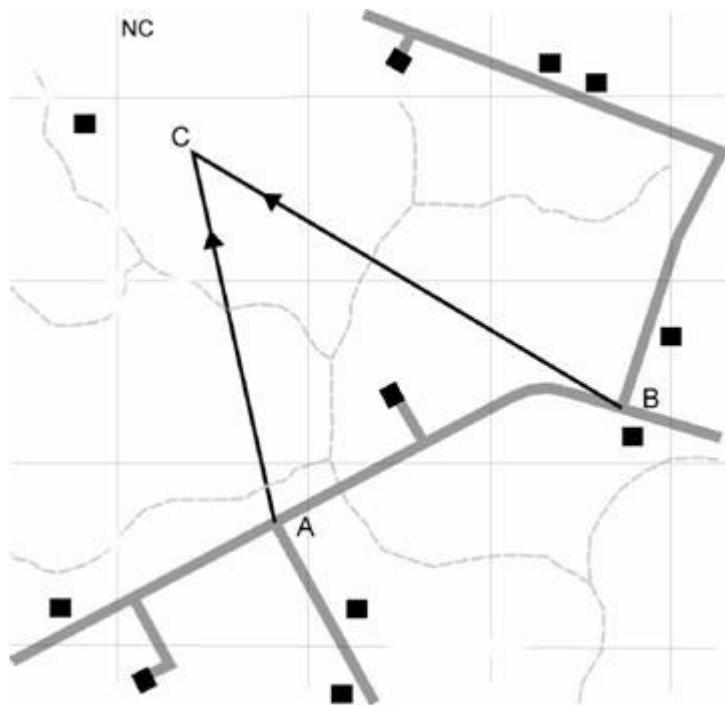


Figura 125: Método de mapa y brújula.

- a) Se seleccionan dos puntos conocidos en el terreno (A y B), desde donde se visualice el lugar cuya ubicación se desea precisar en la carta (C).
 - b) Ubicado en el punto A se orienta la carta y apuntando con la brújula al punto para materializar, se obtiene el rumbo correspondiente.
 - c) Se transforma el rumbo así obtenido, en un acimut plano.
 - d) Colocando el transportador en la carta sobre el punto A, se registra el acimut plano obtenido y se une con una línea el punto A con el C.
 - e) Esta operación se repite en el punto B.
 - f) Finalmente, el punto donde se cruzan las rectas trazadas en la carta es la ubicación precisa donde se encuentra el lugar buscado (C).
- 2) Método de la regla (Figura 126): el procedimiento es el siguiente:
- a) Se seleccionan dos puntos conocidos en el terreno (A y B) desde donde se visualice el lugar cuya ubicación se desea precisar en la carta (C).

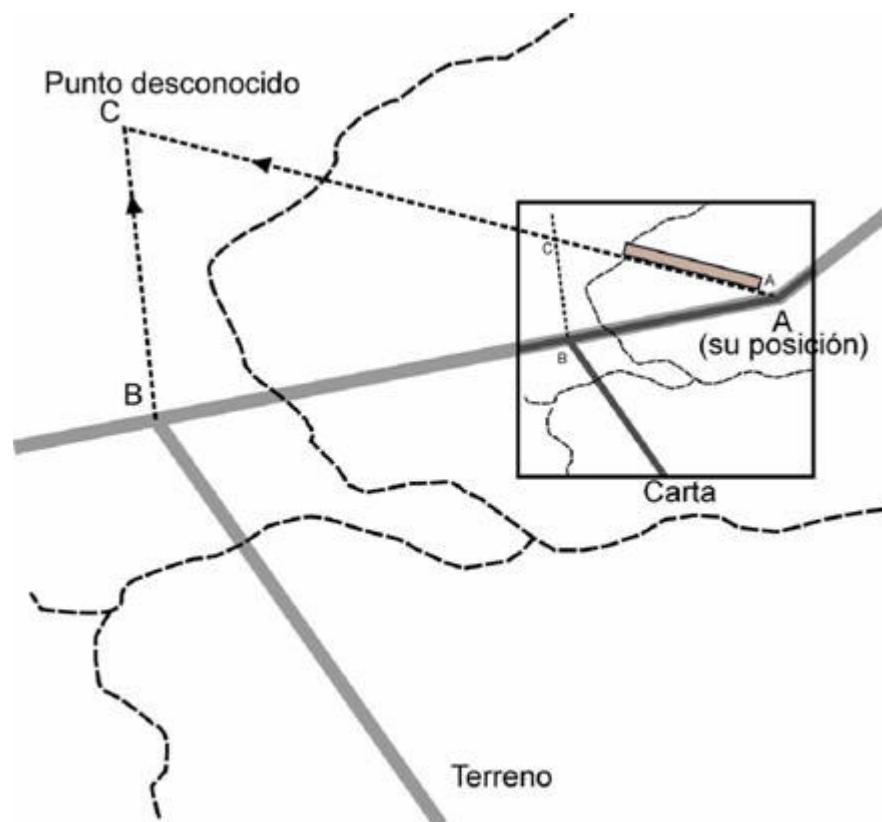


Figura 126: Método de la regla.

- b) Ubicado en el punto A se orienta la carta por cualquier método sin brújula.
- c) Colocando la regla sobre la carta con su base en el punto donde se encuentra el observador, se la hace girar hasta que apunte con su otro extremo al lugar visible cuya ubicación precisa se desea lograr, trazando una línea en esa dirección, la recta AC.
- d) Esta operación se vuelve a realizar desde el punto B, generando la recta BC.
- e) Finalmente, la intersección de las rectas AC y BC determinan la localización del punto buscado (C).
- b. Intersección inversa Figura 127): se usa para establecer en la carta la ubicación precisa de la propia posición que se ocupa en el terreno. Se realiza por medio del rumbo recíproco al que se hace referencia en el artículo 4.010.

El procedimiento es el siguiente:

- 1) Se seleccionan al menos dos puntos conocidos y visibles desde la propia posición (A y B) y:
 - a) Se orienta la carta con la brújula.

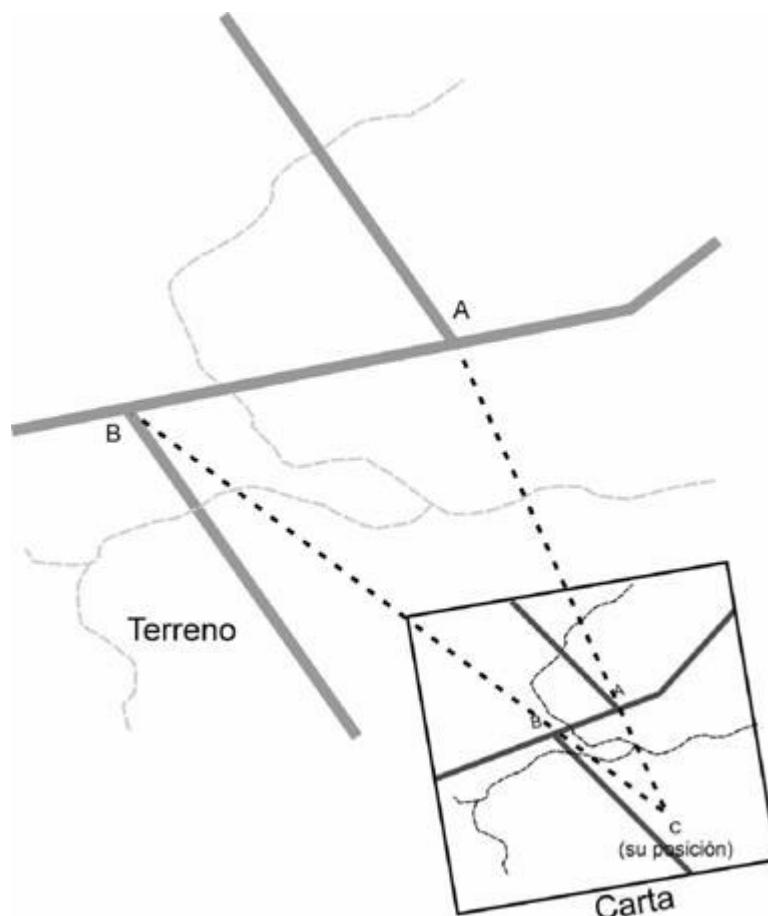


Figura 127: Método de la intersección inversa.

- b) Se apunta con la brújula primero al punto A y luego al punto B, obteniendo los rumbos de ambos puntos.
 - c) Se calcula el ángulo posterior correspondiente a cada rumbo.
 - d) Se transforman ambos ángulos posteriores en ángulos acimutales planos.
 - e) Con el auxilio del transportador, se registran ambos ángulos, uniendo la medida angular con A y B respectivamente, sobre la carta.
- 2) Finalmente, el punto donde se crucen las rectas trazadas en la carta será la ubicación precisa donde se encontrará la propia posición.
- c. Intersección modificada (Figura 128): se usa para establecer en la carta la ubicación precisa de la propia posición que se ocupa en el terreno a lo largo de un camino, vía férrea, curso de agua, etc.

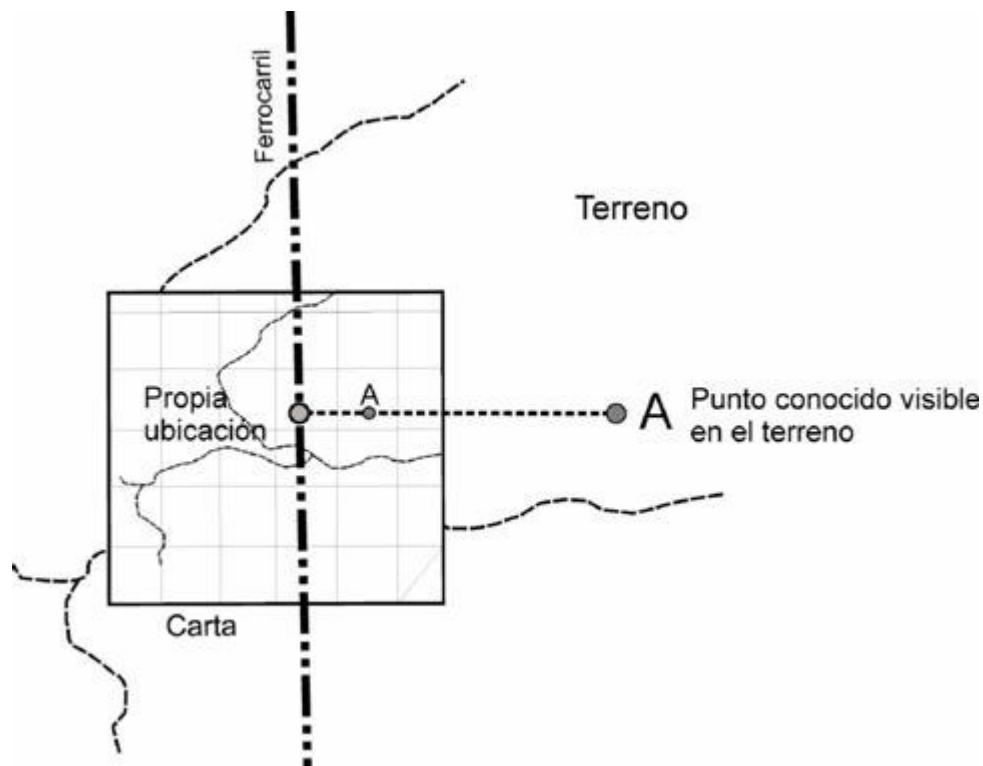


Figura 128: Método de la intersección modificada.

Se realiza por medio del rumbo posterior al que se hace referencia en el artículo 4.010. El procedimiento es el siguiente:

- 1) Se selecciona un punto conocido en la carta y visible en el terreno desde la posición donde se encuentra el observador (punto A).
- 2) Desde la propia posición se apunta con la brújula al punto A y se obtiene el rumbo.
- 3) Se transforma el rumbo obtenido en rumbo recíproco.
- 4) Se convierte el rumbo recíproco en acimut plano.
- 5) Con el auxilio del transportador, se registra en la carta, y sobre el punto A, el ángulo de acimut plano.
- 6) Se prolonga la medida angular por medio de una línea hasta cortar el elemento lineal sobre el cual está el observador, y en el punto de intersección se encuentra el lugar preciso de la propia ubicación.

4.012. Medición de la distancia en la navegación terrestre

El navegante deberá poseer algún medio de obtener la distancia mientras navega. Existen dos métodos generales en uso: uno a pie y otro en un vehículo.

- a. Método de pasos dobles. La medición por medio de pasos dobles, probablemente, es el método más común de medir una distancia. Un paso doble es igual a dos pasos naturales.

Esta es la distancia, caminando naturalmente, desde el talón de un pie, al punto en el cual el mismo talón se encuentra con el terreno de nuevo. De esta manera, la medición consiste en contar el número de pasos en un rumbo y convertir este número en la unidad deseada. La desventaja que posee este método es que la medición resulta solamente aproximada. Sin embargo, con prácticas eficientes estas distancias son suficientemente exactas para los resultados deseados. Es importante que todo el personal sujeto al empleo de navegación establezca el largo de su paso normal, y sea experto en usarlo para trazar los rumbos.

El paso promedio de un individuo se determina caminando a través de un rumbo medido numerosas veces, y calculando el promedio.

Las condiciones que pueden afectar el largo del paso son numerosas, y el paso promedio debe ajustarse en conformidad.

Dichas condiciones variables pueden estar dadas por:

- 1) Pendientes: el paso se alarga cuando se va por una pendiente descendente, y se acorta cuando se va por una pendiente ascendente.
- 2) Vientos: un viento de frente acorta el paso y el viento de espalda lo aumenta.
- 3) Superficies: la arena, el cascajo, el lodo y material similar en la superficie tienden a acortar el paso.
- 4) Elementos: la nieve, lluvia o hielo provocan el acortamiento del paso.
- 5) Ropa: el exceso de ropa acorta el paso; el tipo de zapato afecta la tracción y, por lo tanto, el largo del paso.
- 6) Resistencia: la fatiga afecta el paso.

La forma irregular en la longitud del paso del navegante influye en la precisión de la obtención de la distancia. Asimismo, debe tenerse en cuenta que en terrenos con diferentes altitudes surgen diferencias entre lo medido en la carta y lo medido en el terreno. Para llevar el control de los pasos dobles recorridos, es conveniente hacerlo de cien en cien. Cada centenar se podrá registrar con anotaciones, con los dedos, con un contador mecánico, o simplemente colocando pequeñas piedras en el bolsillo.

- b. Método de vehículo. Se realiza midiendo la distancia con el cuentakilómetros.

4.013. Responsabilidad del navegante

- a. Reunir el material y el equipo necesario que le permitan la adecuada navegación (cartas topográficas, brújula, transportador, regla, anteojos de campaña, jalones y cintas métricas, elementos de escritura, etc.); además, deberá mantener a los mismos en buenas condiciones.
- b. Tomar y registrar los datos necesarios para la ubicación precisa en todo momento.
- c. Mantener el enlace con el jefe de la fracción cuyo desplazamiento está guiando, a efectos de proporcionarle los datos para mantener la orientación de la fracción.

4.014. Navegación en vehículos

Este procedimiento presenta dos sistemas:

- a. Navegación en vehículos sin punto de referencia: el método para seguir, en este caso, es el siguiente:
 - 1) Se coloca el vehículo en la dirección del recorrido que se siga.
 - 2) El navegante desmonta y camina 50 m hacia adelante, en la dirección de marcha.
 - 3) Desde la posición, el navegante, apuntando al vehículo con la brújula, obtiene el rumbo.
 - 4) Se transforma el rumbo obtenido en rumbo posterior.
 - 5) Se adelanta el vehículo, sube el navegante y se continúa la marcha sosteniendo la brújula para seguir el rumbo señalado con una tolerancia de 10°. Perdidos los 10°, se debe repetir la operación.
- b. Navegación en vehículo con puntos de referencia: el procedimiento, en este caso, es el siguiente:

- 1) Se coloca el vehículo en la dirección de marcha.
- 2) El navegante desmonta y camina 50 m hacia adelante en la dirección elegida.
- 3) Desde esa posición el navegante selecciona un punto de referencia, del que obtiene un rumbo.
- 4) Se adelanta el vehículo, sube el navegante y se continúa la marcha con la referencia de la brújula, para seguir el rumbo señalado y el auxilio del punto de referencia.
- 5) Llegado el vehículo al punto de referencia, debe elegirse otro y repetir la operación.

SECCIÓN II

NAVEGACIÓN CON SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO SATELITAL

4.015. Uso de dispositivos de posicionamiento satelital para navegación terrestre

a. Generalidades de los sistemas globales de navegación satelital (GNSS):

Los sistemas de posicionamiento satelital están compuestos por tres segmentos, ellos son:

- 1) **Segmento espacial:** compuesto por los satélites que se encuentran en órbita. Transmiten una señal codificada que es interpretada por los dispositivos GNSS.
- 2) **Segmento control:** este segmento se encuentra en tierra y realiza las tareas de calibración, ajuste, monitoreo y mantenimiento propias del sistema.
- 3) **Segmento usuario:** conformado por los equipos receptores que procesan la señal transmitida por los satélites GNSS para calcular las distancias (satélites – receptores), y así determinar la posición del receptor.

b. Tipos de equipos receptores para navegación y posicionamiento:

- 1) **Navegadores:** equipos de bajo costo que tienen la capacidad de determinar su posición de manera absoluta. Utilizan mapas vectoriales para indicarle al usuario cuál es el camino que debe elegir. La precisión de estos equipos está en un entorno de entre 2 y 5 metros. Estos equipos también son denominados como equipos de código.
- 2) **Topográficos:** se componen de un módulo de recepción, antena externa y controladora, (Figura 129). La precisión de estos equipos es de 10 centímetros. Estos equipos también son denominados como equipos de código mejorados con fase.
- 3) **Geodésicos:** existen equipos o sistemas que permiten corregir los errores propios del sistema en tiempo real. La precisión de estos equipos es menor al centímetro. Estos equipos también son denominados como equipos de doble frecuencia.

c. Consideraciones sobre los equipos GNSS:

- 1) **Sistema de coordenadas:** si bien los equipos GNSS calculan las coordenadas geográficas, es posible realizar la transformación de estas coordenadas a otros sistemas, por ejemplo, al sistema de proyección Gauss Kruger, sistema UTM, etc.
- 2) **Alturas:** los sistemas satelitales de posicionamiento calculan la altura elipsoidal, esta altura está relacionada con un elipsoide de revolución como figura geométrica representativa de la Tierra. Es posible obtener en el dispositivo la altura ortométrica, para ello el equipo debe tener cargado un modelo geoidal, como por ejemplo, el Earth Gravitational Model (EGM 2008). Estos modelos de geoide sirven para transformar la altura elipsoidal en valores de cota, se actualizan periódicamente, por lo que es necesario conocer la versión que se encuentra en el dispositivo y actualizarla en caso necesario.
- 3) **Navegación:** existen configuraciones que son comunes a las distintas marcas de receptores, estas opciones de navegación permiten al usuario desplazarse de un punto a otro del terreno. La más utilizada se denomina Go To (ir a) y consiste en indicarnos el rumbo o camino que debemos utilizar para llegar a un punto conocido previamente definido en el dispositivo. Algunos equipos no utilizan mapas, por lo que solo podrán indicarnos el rumbo; otros dispositivos utili-

zan mapas ruteables, con lo cual nos indicarán el camino hacia el punto seleccionado. Los equipos GNSS también disponen de una función que simula una brújula magnética.

Para utilizar un dispositivo GNSS para navegación terrestre, se deberán realizar los siguientes pasos:

- a) Encender el equipo y esperar a que el receptor calcule su posición.
- b) Configurar el sistema de coordenadas o sistema de proyección para utilizar.
- c) Cargar las coordenadas de los puntos a donde queremos llegar.
- d) Extraer de la cartografía los puntos característicos que nos permitan controlar la navegación.
- 4) **Registro de datos:** la mayoría de los equipos de navegación tienen la capacidad de registrar los datos de navegación en el dispositivo. Existen dos formas de guardar los datos, como puntos (points) y como rutas (tracks). Los puntos registran una única posición a la cual se le puede asignar un nombre alfanumérico. Las rutas son el producto de la unión de una sucesión continua de puntos registrados en un período definido (normalmente cada 5 segundos), también es posible registrar las rutas como una sucesión de puntos registrados en función de la distancia (ejemplo: cada 100 metros).

d. Determinación de la posición

Los equipos GNSS calculan internamente coordenadas XYZ de puntos del terreno (referidas a una terna de ejes cartesianos ortogonales con centro en el centro de masas de la Tierra), sobre la base de la posición conocida de al menos tres satélites de la constelación (posición dada por coordenadas XYZ referidas a la terna de ejes cartesianos ortogonales).

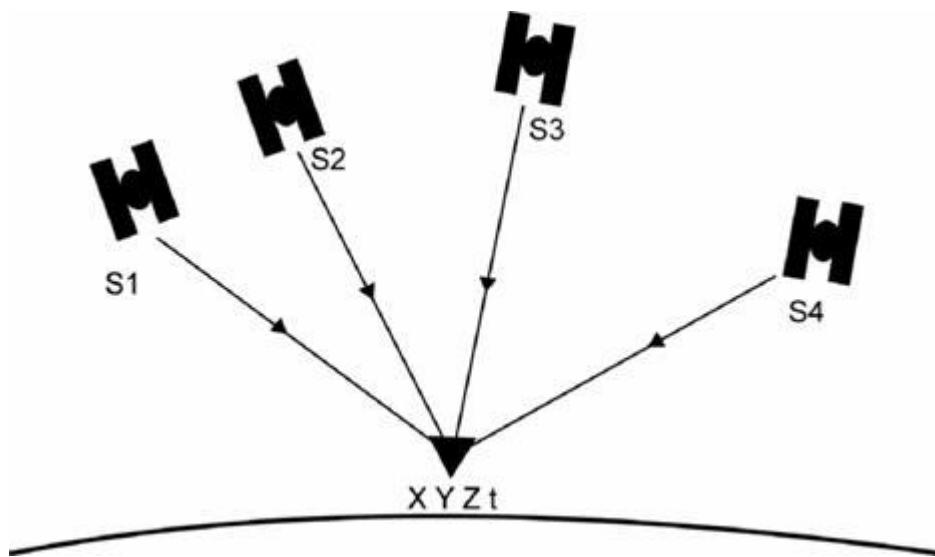


Figura 120: Determinación de la posición.

El satélite 1 envía al navegador GPS su posición X_1, Y_1, Z_1 para el tiempo t_1 (las posiciones de los satélites es determinada en Tierra en las estaciones de control). Lo mismo sucede con los demás satélites.

La señal emitida por los satélites GNSS viaja en el espacio a la velocidad de la luz (aproximadamente 300.000 km/seg) llegando al receptor en un tiempo determinado t .

El receptor GNSS calcula las distancias existentes entre él y cada uno de los satélites que está recibiendo, para ello utiliza la siguiente expresión:

$$d = v \times t$$

Donde d = distancia

v = velocidad

t = tiempo

A su vez, dicha distancia al cuadrado será igual a:

$$d^2 = (X - XS)^2 + (Y - YS)^2 + (Z - ZS)^2$$

En esta ecuación, se conocen:

La distancia de cada satélite y las posiciones de los satélites (XS, YS, ZS).

Las incógnitas son tres (X, Y, Z del navegador), y matemáticamente necesitamos tres ecuaciones para resolver tres incógnitas que plantearemos con las distancias y posiciones de al menos tres satélites de la constelación GNSS.

Una vez resuelto el sistema de ecuaciones, el navegador obtiene su posición X Y Z del punto del terreno donde se encuentra. Estas coordenadas pueden visualizarse en la pantalla del navegador en distintos sistemas de proyección.

Nota: Debido a la diversidad de equipos, es importante leer el manual de usuario provisto con el equipo.

CAPÍTULO V**CARTAS ESPECIALES****SECCIÓN I****CARTA DE TRANSITABILIDAD****5.001. Concepto**

La transitabilidad de una región depende de la topografía y del estado del suelo; el que, a su vez, es función de la naturaleza y de las condiciones meteorológicas reinantes en el lugar.

La carta de transitabilidad contempla, para un vehículo tipo, las características y las variaciones de los distintos suelos por la influencia climática, a fin de conocer en qué condiciones se realizará su desplazamiento y el de otros elementos del Ejército en la zona cartografiada.

5.002. Diferencias fundamentales con la carta topográfica

Esta carta contempla y amplía la carta topográfica, la que es utilizada como base y en la que se vuelcan los resultados de la evaluación de las condiciones de transitabilidad.

En la hoja se encuentra desarrollado, en forma esquemática, por medio de cuadros y gráficos, un estudio del terreno que abarca los aspectos climáticos, topográficos y militares de interés.

Expresa, mediante un cuadro, una estimación de la transitabilidad de los diferentes tipos de suelos, de acuerdo con las condiciones meteorológicas de las diferentes estaciones del año.

5.003. Necesidades que satisface

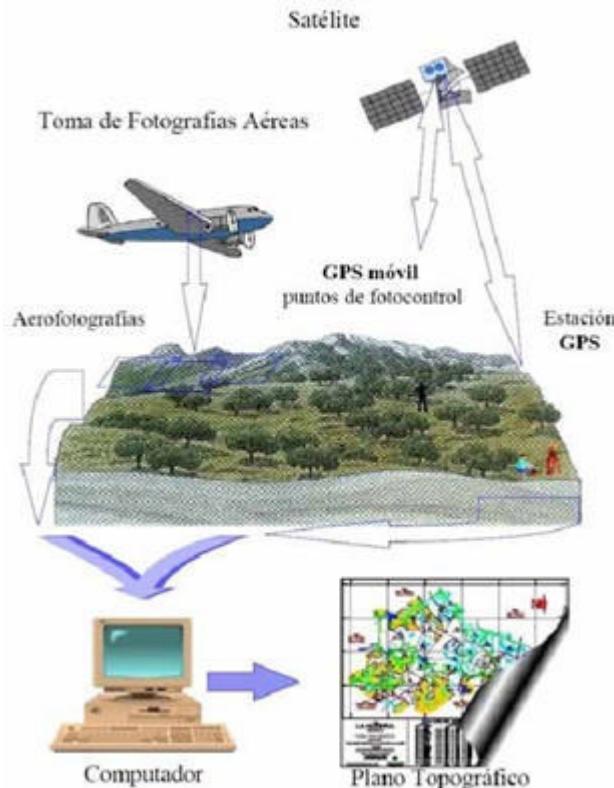
- a. A la planificación y ejecución de movimientos de efectivos, en especial mecanizados y motorizados, simplificando, y en algunos casos supliendo, la ejecución de reconocimientos.
- b. A los oficiales del arma de Ingenieros en todos los niveles, para el asesoramiento sobre las condiciones de transitabilidad y estudios del terreno.
- c. A la realización de todo tipo de ejercitaciones, en especial las realizadas en el terreno, y de ejercitaciones finales o maniobras.
- d. A la conducción táctica (superior e inferior) y estratégica en general.

SECCIÓN II**CARTAS DE IMAGEN****5.004. Concepto general**

Este documento cartográfico es el resultado del procesamiento de imágenes satelitales, obtenidas por diversos tipos de sensores instalados en satélites artificiales puestos en órbita.

Dicho procesamiento consiste en la transformación de la información digital de las imágenes en un producto cartográfico, cuya precisión depende de la capacidad de resolución del sensor empleado.

En la Figura 130 se puede observar un aspecto ilustrativo del proceso de obtención de la carta de imagen.



Proceso de obtención de la carta de imagen. Fig. 130

5.005. Calidad

Todo producto cartográfico obtenido a partir de imágenes satelitales se considera como tal si sus tolerancias se corresponden con las normas cartográficas establecidas; para ello, hay dos factores que inciden sobre la calidad, a saber:

- a. La resolución espacial del satélite considerado, es decir, el tamaño del pixel (+) que nos permite reconocer detalles naturales y/o artificiales del terreno.

Ejemplos:

Satélite/sensor	Tamaño del pixel
LANDSAT 8	15 m
RAPIDEYE	5 m
SPOT - 7	1,5 m
QUICKBIRD	0,6 m
WORDVIEW – 3	0,3 m

(+) Pixel: (elemento de imagen)

Representación digital de la radiación electromagnética del área más pequeña medida por los sensores.

La tolerancia planimétrica de la posición de un punto, establecida generalmente como norma para cartografía regular, es igual a 0,3 mm (como máximo) por el denominador de la escala de la carta.

La tolerancia para cada una de las escalas es la siguiente:

Escala	Tolerancia
1:250000	75 m
1:100000	30 m
1: 50000	15 m
1: 25000	7,5 m

Dimensiones y características.

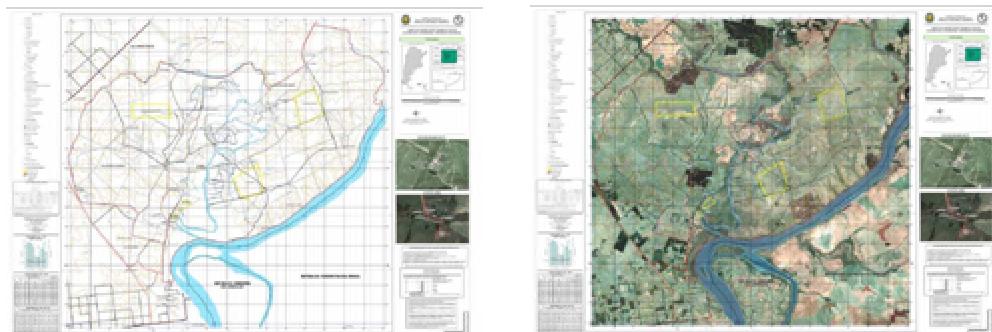
- 1) Dimensiones. Las dimensiones se mantienen similares a las de la carta de línea que les corresponde, para escala y nomenclatura.
- 2) Características. Las principales son:
 - a) Está orientada geográficamente (hecho que no ocurre con las imágenes satelitales comunes).
 - b) Mantiene la escala constante en toda su superficie.
 - c) Permite localizar, en coordenadas geográficas y planas, aquellos accidentes naturales y artificiales de mayor interés.
 - d) Respecto de las imágenes satelitales comunes, estas facilitan la localización del área de interés, pues contienen, aunque en forma limitada, información topográfica.
 - e) Permite extraer una importante cantidad de información, pero requiere del usuario conocimientos de fotointerpretación, para su mejor aprovechamiento.

5.006. Utilización

La carta topográfica posee, respecto de la carta de imagen, información ya interpretada y representada simbólicamente para su utilización. Esta facilita la lectura de la carta, tanto para el especialista como para el neófito.

La utilización de las dos cartas permite comprobar modificaciones o cambios producidos a través del tiempo, especialmente en lo referente a información planimétrica, lo que implica contar con una actualización más exacta.

A continuación se ilustran una carta topográfica y una carta imagen de un mismo sector (Campo de Instrucción Militar General Ávalos). (Fig. 131)



Carta topográfica y carta imagen de un mismo sector. Fig 131

SECCIÓN III

ORTOFOTOCARTA

5007. Generalidades

- a. Es imprescindible hacer algunas aclaraciones respecto de las fotografías aéreas, ya que, si bien las mismas brindan una imagen del terreno con gran riqueza de detalles, y poseen, además, la ventaja de poder ser obtenidas y reproducidas en un tiempo relativamente breve, presentan dos serias limitaciones. La primera consiste en la carencia de una escala constante, salvo los fotografías debidamente rectificados; la segunda, la imposibilidad de observar, con la claridad necesaria, algunos detalles.

Esto se debe, entre otras causas, fundamentalmente a:

- 1) Inclinación de la cámara en el momento de la toma fotográfica.
- 2) Variaciones altimétricas del terreno, especialmente en zonas montañosas.
- 3) Sombras proyectadas por elementos naturales y artificiales que, en algunos casos, ayudan a identificar un objetivo, aunque, en la mayoría de los casos, al cubrirlo total o parcialmente con su sombra, se impide su localización y/o identificación.
- 4) Presencia de nubes en el momento de la toma.

Es usual emplear los términos fotografía aérea y fotograma, indistintamente, para referirse al documento resultante, luego de procesada la toma fotográfica; sin embargo, el empleo de uno u otro tiene un significado distinto, como a continuación se define:

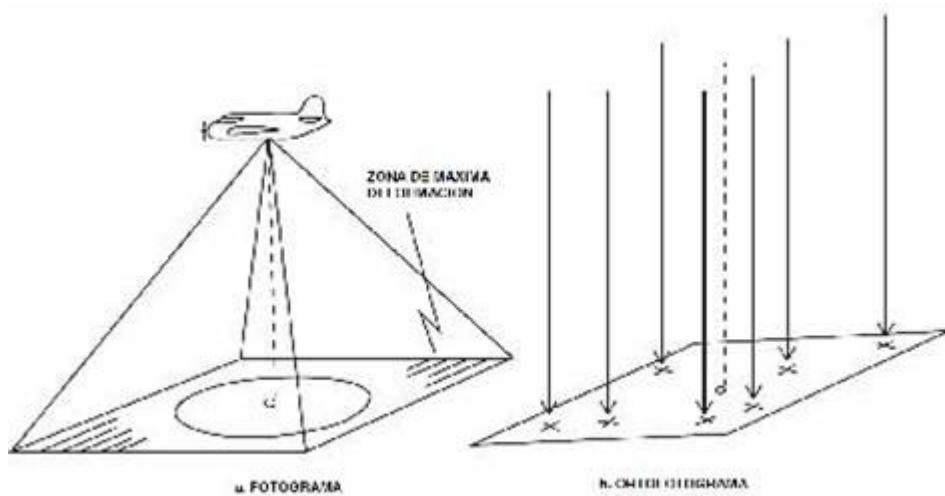
- 1) Fotografía aérea: imagen fotográfica obtenida con una cámara cualquiera desde el aire, ya sea esta, indistintamente, vertical u oblicua.
- 2) Fotograma: imagen obtenida con una cámara aérea de la que se conocen sus parámetros, altura respecto del suelo, fecha y hora en que se ejecutó la toma de la fotografía e inclinación respecto de la vertical del centro de la fotografía (Figura 132 a).

A parte de lo expuesto, es necesario tener en claro que la superposición ordenada de varios fotogramas se define con el nombre de mosaico fotográfico, documento este que permite tener una amplia visión de la zona de interés. Si el mosaico fotográfico se hubiera realizado sobre la base de fotografías a escala grande (previamente enderezadas o rectificadas antes de ensamblarlas, y que además guarden estricta relación entre mosaico y terreno, producto de la vinculación de las fotografías con los puntos de apoyo planítméticos, determinados mediante actividades topográficas), a este documento se lo denomina mosaico apoyado.

El mosaico apoyado puede ser completado mediante el agregado de curvas de nivel, cuadrículas, topónimos y variados datos marginales, en cuyo caso recibe el nombre de fotocarta.

5.008. Ortofotocarta

Es un documento cartográfico en el que cada uno de los fotogramas que intervienen han sido rectificados, de tal modo que el producto resultante se presenta a la vista del usuario como si la cámara aérea que ha captado las diversas imágenes estuviese en el momento de la toma ubicada en el infinito (Figura 132 b).



Fotograma y ortofotograma. Figura 132

A los fotogramas rectificados, donde todos los rayos son perpendiculares al terreno, se los conoce con el nombre de ortofotograma (Figura 132 b).

A continuación se muestra un ejemplo de ortofoto Fig. 133).



Ortofoto de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires

La ortofotocarta, producto obtenido por el ensamblaje adecuado de un número variable de ortofotogramas, posee las mismas propiedades "métricas" que una carta topográfica de línea. En su elaboración se trata de respetar, siempre que sea posible, el formato determinado por el Reglamento de Sígnos Cartográficos (RFP - 73 - 01, como así también su identificación. Ello porque no se debe perder de vista que la ortofotocarta es un producto intermedio entre la carta topográfica regular y la fotografía aérea. Si por razones de necesidad no se cumple esta prescripción reglamentaria, se imprime en modo destacado la indicación formato especial en la información marginal.

5.009. Características de la ortofotocarta

- La ortofotocarta es una representación fotográfica especial a escala constante de una parte de la superficie terrestre.
- Posee cuadrículas cartográficas reglamentarias, coordenadas geográficas en los esquineros y, en su recuadro externo, los valores correspondientes al sistema de coordenadas Gauss-Kruger.

- c. Los detalles planimétricos más destacados o importantes se encuentran identificados y remarcados con la nomenclatura reglamentaria; aunque, en la mayoría de los casos, los tipos de letras y números no responden a las medidas establecidas en el RFP – 73 – 01, por razones de procesamiento.
- d. Como resultado de las características del relieve del terreno objeto de procesamiento, y de la densidad y tipo de apoyo existente en la zona, el aspecto altimétrico de una ortofotocarta puede estar representado por:
 - 1) Curvas de nivel a una equidistancia determinada y una cantidad relativamente importante de puntos acotados.
 - 2) Puntos acotados, solamente.
 - 3) Ningún tipo de información altimétrica.

5.010. Aspectos que se deben tener en cuenta para la lectura e interpretación de una ortofotocarta

- a. Lecturas de ampliación y consulta. Para un mejor aprovechamiento de este documento cartográfico por parte del personal de cuadros, es aconsejable, aunque no indispensable, efectuar una detallada lectura del RFP – 11 – 02 (Reglamento de Interpretación de Imágenes - Fotointerpretación) en sus capítulos I (La fotografía aérea), V (Escalas), VI (Lectura de detalles planimétricos) y, fundamentalmente, el Capítulo VII (Relaciones entre fotografía aérea y carta topográfica).
- b. Signos cartográficos. Con la finalidad de facilitar la interpretación por parte de los usuarios, se incluye en las fotocartas impresas un limitado número de signos cartográficos, tales como numeración vial, marcas trigonométricas, de nivelación y acimut, en algunos casos puentes, alcantarillas, diques y aquellos otros que, por las características de la zona y finalidad de la hoja, se consideren imprescindibles. El carácter restrictivo impuesto en este aspecto se debe, exclusivamente, a la necesidad de no ocultar detalles fotográficos.
- c. Altimetría.
 - 1) Curvas de nivel: esta representación se realiza cuando se dispone del suficiente apoyo y, además, el carácter movido del terreno lo justifique. Es importante tener en cuenta que la ortofotocarta es un producto cartográfico intermedio, en el que debe privar la celeridad de ejecución antes que la minuciosidad.
 - 2) Puntos acotados: es conveniente que posea un punto acotado por cada cuadrícula, lo cual, en las ortofotocartas, no siempre es posible de lograr.
- d. Planimetría. Los detalles planimétricos corresponden a imágenes del terreno, identificadas algunas con signos cartográficos.
 - 1) Accidentes naturales. Resulta conveniente indicar cómo interpretar los accidentes naturales más comunes que aparecen en una ortofotocarta.
 - a) Hidrografía:
 - (1) Masas de agua: las grandes extensiones de agua en las imágenes blanco y negro se presentan, en general, con aspecto uniforme gris oscuro. Este gris puede variar de acuerdo con la sensibilidad de la película empleada, con la inclinación de los rayos del sol respecto de la superficie del agua en el momento de la toma fotográfica, con la existencia de fuertes vientos que afecten la superficie, con la profundidad de la masa de agua y al ingreso de un caudal proveniente de un río (diferencia de tonalidades entre el agua que ingresa y la receptora).
 - (2) Lagos y lagunas: estas superficies se destacan por un color que varía de gris a negro, en general uniforme, netamente diferenciado del color del terreno que los rodea. Estos accidentes poseen uno o más cursos de agua que los alimentan y, por lo menos, un curso de agua de desagüe. Es común observar en los cursos de agua, una diferencia de color que penetra en el espejo de agua en el punto de contacto; en cambio, en el desagüe, no hay diferencias en la tonalidad de grises.

- (3) Bañados y pantanos: se identifican por su perímetro, generalmente irregular, que encierra una serie de manchas oscuras que alternan con otras más claras de forma también irregulares. Las distintas tonalidades que se observan en el agua se deben a su profundidad variable, a la inclinación de los rayos solares respecto de la superficie y a las manchas oscuras correspondientes a la vegetación; esta vegetación está constituida por pajonales y un escaso número de árboles y arbustos, generalmente dispersos.
- (4) Ríos y arroyos: presentan tonalidades que varían del gris claro al gris oscuro. Se reconocen con facilidad, ya que aparecen como cintas de ancho variable y desarrollo sinuoso, con frecuentes ramificaciones, y se presentan de un color distinto al del terreno de las orillas.
- (5) Terrenos inundados: presentan coloración uniforme, y es posible detectar una cantidad sensiblemente mayor de vegetación arbórea que en los bañados y pantanos.
- b) Orografía: el terreno montañoso es fácilmente identificable, por la sucesión de zonas iluminadas y con sombra, además de los eventuales afloramientos rocosos. Sin embargo, se debe aclarar que esta forma de interpretación a ojo desnudo (sin visión estereoscópica) no es confiable, aun cuando la ejecute personal con experiencia, y sobre todo cuando hay mantos de vegetación.
- c) Vegetación: el análisis de las diferentes clases de vegetación natural requiere práctica y estudios detallados, no siempre necesarios, para el empleo en las unidades tácticas. Sin embargo, conviene distinguir tres tipos característicos de vegetación, a saber:
- (1) Bosques: en época de primavera y verano, se presenta a la vista como una mancha oscura no uniforme de aspecto granular; en época de invierno, los árboles que han perdido las hojas se observan como un confuso conjunto de troncos y ramas. En este último caso, el límite del bosque resulta indefinido, más aún si la zona se halla cubierta parcial o totalmente con nieve.
- (2) Monte bajo: los árboles o arbustos que lo componen se observan, generalmente, como puntos oscuros sobre un fondo gris más claro.
- (3) Pastizales: se presenta a la vista con aspecto uniforme y de color gris medio, pero su contorno es irregular: esta característica lo diferencia de los cultivos que poseen, en general, límites rectos y bien definidos.
- 2) Accidentes artificiales. Son el resultado de la actividad humana y, salvo que se procure evitarlo, se destacan claramente en las aerofotografías, por lo que su interpretación es más simple que la de los accidentes naturales. Los accidentes artificiales más importantes y la forma en que se presentan a la vista de un observador es la que a continuación se enumera:
- a) Rutas y caminos Se muestran como líneas de color más o menos clara, donde su intensidad depende del ancho, clase de revestimiento y naturaleza del terreno que recorren. La regularidad de trazado, su mayor o menor ancho y el hecho de que este se mantenga constante o no varía con la importancia de la carretera. Las principales características que permiten diferenciar las rutas y caminos son:
- (1) Rutas principales: constituyen itinerarios de gran importancia, poseen ancho constante, y permiten la circulación en ambos sentidos. Se observan tramos rectos con curvas generalmente abiertas en zonas llanas; en terrenos muy accidentados, en cambio, suelen ser de trazado sinuoso y las curvas son, generalmente, cerradas; su color es más claro cuando son de macadán u hormigón que cuando están asfaltadas o alquitrancadas. En estos casos, se presentan en la fotografía como una línea oscura. Los bordes son siempre nítidos y regulares.
- (2) Autopistas: en general, están asfaltadas. Se distinguen por tener un mayor ancho que las rutas y caminos, curvas suaves, ensanchamientos en los cruces y empalmes con otros caminos. En ocasiones, el tráfico en sentidos opuestos está separado por cercos vivos, que se perciben como líneas oscuras que dividen la imagen de la autopista en dos o más fajas.

- (3) Rutas secundarias: son de ripio, poseen ancho menor y bordes irregulares. Su trazado es sinuoso (para adaptarse al terreno) y las curvas, cuando son de hormigón o macadán, presentan un tono claro y ante la vista del observador aparecen más anchas. Sus bordes, al igual que las rutas, son nítidas y regulares, generalmente, cerradas. En las fotografías presentan, habitualmente, un tono gris claro.
- (4) Caminos de tierra: son observables, en general, en tono más claro que en los tipos de caminos descriptos, aunque esto varía de acuerdo con el tipo de suelo y la humedad. Cuando la humedad del suelo es mayor -luego de una lluvia, por ejemplo-, adquieren un tono más oscuro. Su característica principal es la falta de nitidez en los bordes.
- (5) Sendas: son observables como líneas blancas, delgadas y sinuosas que a la vista del observador pierde, en algunos tramos, su continuidad.
- b) Vías férreas: aparecen como líneas delgadas y oscuras de aspecto similar a las carreteras, de las que se distinguen, por tener trazado más regular, tramos rectos enlazados por amplias curvas tangentes a ellos, ancho uniforme; la unión de dos líneas férreas distintas se hace siempre mediante una curva tangente a ambas; son localizables por la existencia de estaciones con múltiples vías y edificios que presentan un aspecto característico, por la simetría y paralelismo de los galpones existentes.
- c) Puentes: aparecen como líneas rectas situadas sobre ríos o arroyos, y tienen, casi siempre, un ancho variable con respecto a la vía de comunicación a la que pertenecen. En lo posible, en las ortofotocartas se los remarca con el signo cartográfico correspondiente, indicando si es de hierro, hormigón o madera.
- d) Túneles: se presentan a la vista como una interrupción en la imagen de la vía de comunicación que los cruza. Casi siempre se aprecian dos manchas de color gris oscuro, correspondientes a las bocas del túnel.
- e) Núcleos urbanos: se distinguen muy fácilmente por el conjunto de casas que los forman, las manzanas, plazas y calles. El conjunto ofrece un aspecto de regularidad, según la importancia y características de la localidad.
- (1) Poblaciones pequeñas: de reducida extensión, constituidas por un número escaso de casas de poca altura, con espacios libres como corrales, huertas, etc. Por lo general, son observables numerosos terrenos baldíos.
- (2) Ciudades y poblaciones importantes: las casas tienen mayor altura y se agrupan en forma uniforme; calles y manzanas se distinguen claramente en las fotografías. Las estaciones de ferrocarril, campos de fútbol, hipódromos, autódromos, plazas, etc. se identifican fácilmente por sus formas características.
- f) Obras hidráulicas.
- (1) Represas, diques: aparecen en la fotografía como una línea gris clara que, en los cursos de agua, separa dos partes de distinta tonalidad, la más oscura corresponde a la zona de aguas arriba en la que, normalmente, el curso de agua es sensiblemente más ancho. Las represas o diques de los grandes embalses se destacan nítidamente por la magnitud del perímetro del lago que forman.
- (2) Canales: tienen análogo trazado que las carreteras, pero sus imágenes están formadas por dos líneas claras, entre las que se observa otra de color gris oscuro, negro o blanco brillante, que corresponde a agua. La identificación de los canales se facilita cuando aparece su origen en las fotografías, ya que, generalmente, se inician en un curso de agua, lago, laguna o embalse.
- g) Cultivos: se diferencian de la vegetación natural en que los terrenos cultivados aparecen como figuras geométricas y con bordes regulares. Así, por ejemplo, las imágenes de los huertos con árboles frutales se asemejan a los bosques poco densos, pero mientras en estos su forma es irregular, en los huertos se observa a los árboles ubicados con regularidad; un cerco vivo posee aspecto similar a un matorral espeso, pero el cerco vivo tiene forma geométrica, generalmente rectangular y de ancho constante.

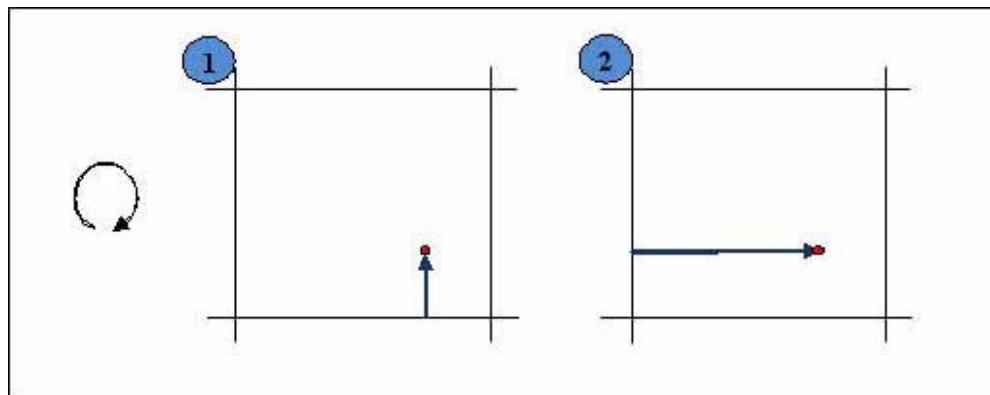
Los terrenos arados poseen perímetros geométricos en cuyo interior se observa una superficie es- triada de fajas paralelas y de distintas tonalidad.

La tonalidad de los cultivos varía con la clase de terreno, naturaleza del cultivo y estado de crecimiento en que se halla.

CAPITULO VI**EJERCICIOS DE LECTURA DE CARTOGRAFÍA****SECCION I****CONSIDERACIONES GENERALES****6.001. Consideraciones que se deberán tener en cuenta para la resolución de ejercicios**

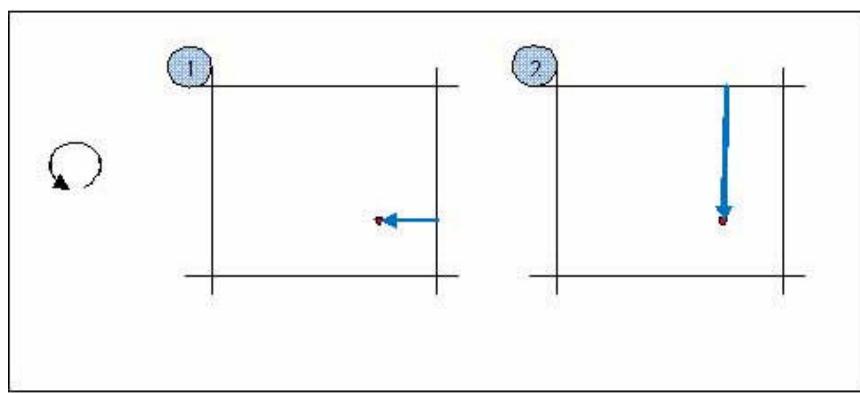
- a. Identificación de las cuadrículas. Se nombrarán designando primero, los meridianos de longitud y luego los paralelos de latitud, Ej: (34-56).
- b. Empleando 2 cifras. Ej: molino ubicado en coordenadas (34-56).
- c. Empleando 5 cifras. Ej: molino ubicado en coordenadas (34125-56300).
- d. Márgenes de error considerados. Un resultado se considerará correcto cuando se encuentre comprendido dentro de los siguientes valores:
 - e. Distancia: 1mm equivalente en metros según sea la escala de la carta.
 - f. Medición angular (lat y long): 1mm equivalente en metros.
 - g. Medición angular (rumbo/Ang dirección): 1 grado.

1) Para los cálculos con coordenadas planas. Se recomienda efectuar las mediciones "siempre" desde los paralelos de menor valor hacia los de mayor valor (de sur a norte) y, desde los meridianos de menor valor hacia los de mayor valor (de oeste a este), a los efectos de automatizar el proceso. Tomar el sentido de las agujas del reloj. (Fig 134)



Coordenadas Planas. Fig 134

- 2) Para los cálculos con coordenadas geográficas. Se recomienda efectuar las mediciones "siempre" desde los meridianos de menor valor angular hacia los de mayor valor angular (de este a oeste) y, desde los paralelos de menor valor angular hacia los de mayor valor angular (de norte a sur), a los efectos de automatizar el proceso. Tomar el sentido contrario de las agujas del reloj. (Fig 135)



Coordenadas Geográficas. Fig 135

- 3) Para el cálculo de pendiente y su expresión en grados, será conveniente el siguiente procedimiento:

Si bien en el presente reglamento se expresa que la pendiente (G) en grados puede obtenerse mediante la tangente de la pendiente en (G), para facilitar el cálculo, podrá emplearse una tabla en la que se expresa la equivalencia de la pendiente (P) en porcentaje y la pendiente (G) en grados.

Entonces para efectuar el cálculo de pendientes, se recomienda:

- Calcular la pendiente (g) en gradiente.
- Calcular la pendiente (P) en porcentaje.
- Calcular la pendiente (G) en grados, mediante el uso de la tabla de equivalencias. (Fig 136)

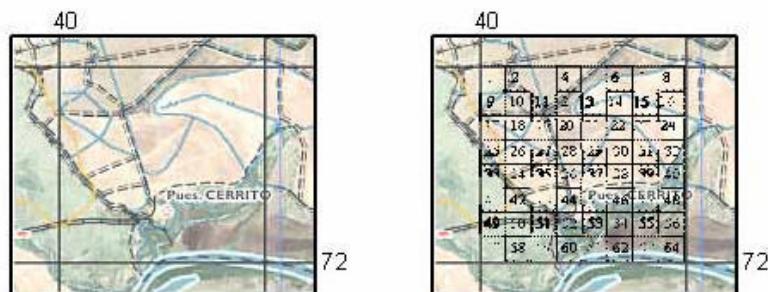
%	Grado	%	Grado	%	Grado	%	Grado	%	Grado
1	0° 34'	18	10° 12'	35	19° 17'	52	27° 23'	69	34° 36'
2	1° 08'	19	10° 45'	36	19° 47'	53	27° 55'	70	34° 59'
3	1° 43'	20	11° 18'	37	20° 18'	54	28° 22'	71	35° 22'
4	2° 17'	21	11° 51'	38	20° 48'	55	28° 48'	72	35° 45'
5	2° 52'	22	12° 24'	39	21° 18'	56	29° 14'	73	36° 07'
6	3° 26'	23	12° 57'	40	21° 48'	57	29° 40'	74	36° 30'
7	4° 01'	24	13° 29'	41	22° 17'	58	30° 06'	75	36° 52'
8	4° 34'	25	14° 03'	42	22° 46'	59	30° 32'	76	37° 14'
9	5° 08'	26	14° 34'	43	23° 16'	60	30° 57'	77	37° 35'
10	5° 42'	27	15° 06'	44	23° 44'	61	31° 22'	78	37° 57'
11	6° 16'	28	15° 38'	45	24° 13'	62	31° 47'	79	38° 18'
12	6° 50'	29	16° 10'	46	24° 42'	63	32° 12'	80	38° 39'
13	7° 24'	30	16° 41'	47	25° 10'	64	32° 37'	81	39°
14	7° 58'	31	17° 13'	48	25° 38'	65	33° 01'	82	39° 21'
15	8° 31'	32	17° 44'	49	26° 06'	66	33° 25'	83	39° 41'
16	9° 05'	33	18° 15'	50	26° 33'	67	33° 49'	84	40° 01'
17	9° 38'	34	18° 46'	51	27° 01'	68	34° 12'	85	40° 21'

Tabla de equivalencias entre grados y porcentaje de pendientes. Fig 136

- 4) Uso de Regleta M-2

Será de gran utilidad y practicidad la utilización de la Regleta M-2, para la rápida ubicación de elementos dentro de las cuadriculas de una Carta Topográfica.

Por ejemplo (Fig 137) se debe ubicar la Regleta M-2 sobre la cuadricula que se desea ubicar un signo cartográfico. Luego se identificará el Nro de cuadrícula que coincide con el objeto que se busca y se expresa de la siguiente Forma: Pues CERRITO (40-72)/45.



Empleo Regleta M-2. Fig 137

SECCIÓN II**EJERCICIOS****6.002. Ejercicios de empleo de Regleta M-2**

- a. Identifique y enumere, utilizando la regleta M-2 los signos cartográficos, en la Carta Campo de Mayo Formato Especial, Ela 1:25000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial (Ver apéndice 1 al Anexo 1) que se encuentran en las siguientes cuadrículas:
- 1) (24-77)/25
 - 2) (27-80)/46
 - 3) (21-75)/51
- b. Identifique y enumere, utilizando la regleta M-2 los signos cartográficos, en la Carta Pichi Neuquén Formato Especial, Ela 1:100000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial (Ver apéndice 4 al Anexo 1), que se encuentran en las siguientes cuadrículas:
- 1) (44-04)/55
 - 2) (56-92)/36
 - 3) (04-56)/29
- c. Identifique y enumere, utilizando la regleta M-2 los signos cartográficos, en la Carta Campo de Instrucción "General Ávalos" Formato Especial, Ela 1:50000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial (Ver apéndice 2 al Anexo 1), que se encuentran en las siguientes cuadrículas:
- 1) (44-62)/07
 - 2) (38-68)/08
 - 3) (48-74)/57

6.003. Ejercicios de coordenadas geográficas

- a. Localice los puntos que se encuentran en las siguientes coordenadas geográficas de la Carta Campo de Mayo Formato Especial, Ela 1:25000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial (Ver 1 al Anexo 1); e identifique y enumere los signos cartográficos que se encuentran en ellos:
- 1) $58^{\circ} 39' 12''$ Oeste
 $34^{\circ} 31' 51''$ Sur
 - 2) $58^{\circ} 39' 33''$ Oeste
 $34^{\circ} 32' 24''$ Sur

- 3) $58^{\circ} 38' 42,1''$ Oeste
 $34^{\circ} 33' 43''$ Sur
- 4) $50^{\circ} 38' 13''$ Oeste
 $34^{\circ} 32' 55''$ Sur
- 5) $58^{\circ} 40' 30''$ Oeste
 $34^{\circ} 33' 44''$ Sur
- b. Determine las coordenadas geográficas de los siguientes signos cartográficos que se encuentran en la Carta de Campo de Mayo Formato Especial Ela 1:25000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial (Ver apéndice 1 al Anexo 1):
- 1) Tanque elevado (26-80)/43
 - 2) Torre de Observación (24-77)/25
 - 3) Puesto Gu Cabral (22-78)/55
 - 4) Estación de Tren (21-76)/19
 - 5) Torre de vigilancia (27-80)/46
- c. Localice los puntos que se encuentran en las siguientes coordenadas geográficas de la Carta de Campo de Instrucción "General Ávalos" Formato Especial, Ela 1:50000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial (Ver apéndice 2 al Anexo 1), e identifique y enumere los signos cartográficos que se encuentran en los mismos:
- 1) $57^{\circ} 33' 27,9''$ Oeste
 $30^{\circ} 02' 58,3''$ Sur
 - 2) $57^{\circ} 36' 41''$ Oeste
 $30^{\circ} 04' 56,7''$ Sur
 - 3) $57^{\circ} 45' 24,2''$ Oeste
 $30^{\circ} 07' 35,6''$ Sur
 - 4) $57^{\circ} 42' 44,7''$ Oeste
 $30^{\circ} 10' 45,4''$ Sur
 - 5) $57^{\circ} 42' 31,7''$ Oeste
 $30^{\circ} 06' 34''$ Sur
- d. Determine las coordenadas geográficas de los siguientes signos cartográficos en la Carta de Campo de Instrucción "General Ávalos" Formato Especial, Ela 1:50000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial (Ver apéndice 2 al Anexo 1):
- 1) Molino de Viento (38 – 74)
 - 2) Puente (30 – 72)
 - 3) Pues Estribo (48 – 74)
 - 4) Paso Toro Manso (38 – 78)
 - 5) Pje Colonia Dos Vías (30 – 62)

6.004. Ejercicios de coordenadas planas

- a. Localice los puntos que se encuentran en las siguientes coordenadas planas en la Carta de Campo de Mayo Formato Especial Ela 1:25000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial (Ver apéndice 1 al Anexo 1) e identifique y enumere los signos cartográficos que se encuentran en los mismos:
- 1) A 6.178.575 m del Polo Sur
En la Faja 5 a 123.575 m al E del MCF

- 2) A 6.177.570 m del Polo Sur
En la Faja 5 a 123.075 al E del MCF
 - 3) A 6.181.350 m del Polo Sur
En la Faja 5a 128.450 m al E del MCF
 - 4) A 6.175.180 m del Polo Sur
En la Faja 5 121.280 m al E del MCF
 - 5) A 6.175.130 m del Polo
En la Faja 5 124.350m al E del MCF
- b. Determine las coordenadas planas de la Carta Topográfica de Campo de Mayo Formato Especial 1:25000, Ed 2015 (Ver apéndice 1 al Anexo 1); expresando en que faja se encuentra, a cuántos metros del MCF, y a cuántos metros se encuentra del Polo Sur:
- 1) Galpón (21-72)/14
 - 2) Galpón (25-73)/7
 - 3) Puente (23-74)/7
 - 4) Torre de Observación (23-78)/31
 - 5) Torre de vigilancia (27-78)/24
- c. Localice los puntos que se encuentran en las siguientes coordenadas planas en la Carta de Campo de Instrucción "General Ávalos" Formato Especial, Ela 1:50000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial (Ver apéndice 2 al Anexo 1), e identifique y enumere los signos cartográficos que se encuentran en los mismos:
- 1) A 6.682.800 del Polo Sur
En la Faja 6, a 59.450 m al O del MCF
 - 2) A 6.681.650 m del Polo Sur
En la Faja 6, a 50.400 m al O del MCF
 - 3) A 6.663.700 m del Polo Sur
En la Faja 6, a 56.450 m al O del MCF
 - 4) A 6.669.650 m del Polo Sur
En la Faja 6, 61.250 m al O del MCF
 - 5) A 6.669.500 m del Polo Sur
En la Faja 6, a 68.300 m al O del MCF
- d. Determine las coordenadas planas de la Carta Imagen de Campo de Instrucción "General Ávalos" Formato Especial, Ela 1:50000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial (Ver apéndice 2 al Anexo 1), expresando en que faja se encuentra, a cuántos metros del MCF, y a cuántos metros se encuentra del Polo Sur:
- 1) Puente (40-70)
 - 2) Ea la Regalona (30-74)
 - 3)
 - 4) Paraje (30-58)
 - 5) Chacra (38-78)
 - 6) Pues Rincón Grande (38-74)

6.005. Ejercicios de coordenadas polares

- a. Determine las Coordenadas Polares, ángulos de dirección y ángulos posteriores entre los puntos que más abajo se detallan de la Carta de Campo de Mayo Formato Especial Ela 1:25000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial (Ver apéndice 1 al Anexo 1):
- 1) Pista de Lanzamiento de Paracaidistas(23-78) y Tanque elevado (26-80)
 - 2) Punto Acotado 20,1(25-78) y Torre de Observación (23-78)
 - 3) Hospital (21-75) y Polvorín (22-76)
 - 4) Torre de Observación (23-78) y Torre de Observación (24-77)
 - 5) Tanque Elevado (26-80) y Estación del Ferrocarril Don Torcuato (24-77)
- b. Determine las Coordenadas Polares, ángulos de dirección y ángulos posteriores entre los puntos que más abajo se detallan de la Carta de Campo de Instrucción "General Ávalos" Formato Especial, Ela 1:50000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial (Ver apéndice 2 al Anexo 1):
- 1) Pues Rincón Grande (38-74) y Pues Cerrito (40-72)
 - 2) Pues Cerrito (40-72) y Pues Estribo (48-74)
 - 3) Pues Estribo (48-74) y Chacra Arrocera 4 Vientos (38-78)
 - 4) Ea La Regalona (30-74) y Pje Colonia Dos Vías (30-62)
 - 5) Ea San Juan Bautista (46-78) y Ea San Ignacio (40-82)

6.006. Ejercicios de coordenadas UTM

- a. Identifique los signos cartográficos y/o elementos se encuentran en las siguientes coordenadas UTM de la Carta de Campo de Instrucción "General Ávalos" Formato Especial (UTM), Ela 1:50000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial (Ver apéndice 3al Anexo 1):
- 1) 21JVG04394506675300
 - 2) 21JVG04334506670950
 - 3) 21JVG04452006670150
 - 4) 21JVG04455306663100
 - 5) 21JVG04345506670300
- b. Determine que coordenadas UTM se encuentran en los siguientes signos cartográficos y/o elementos de la Carta de Campo de Instrucción "General Ávalos" Formato Especial (UTM), Ela 1:50000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial (Ver apéndice 3al Anexo 1):
- 1) Capilla Cabred (39-82)
 - 2) Ea San Jorge (26-76)
 - 3) Pje Ceibo (35-57)
 - 4) Bomba de Agua (35-69)
 - 5) Paso Balsa (36-79)

6.007. Ejercicios de pendientes

- a. Determine la pendiente expresada en sus distintas formas (Gradiente, Porcentaje, Milésimos, Grados), que existen entre los siguientes puntos en la Carta Formato Especial Pichi Neuquén, Ela 1:100000, Ed 2015, de la Central de Inteligencia Geoespacial (Ver Apéndice 4 al Anexo 1):

- 1) X1: 5966950 - Y1: 1610650 y X2: 5965250 - Y2: 1609750
- 2) X1: 5953000 - Y1: 1622550 y X2: 5953000 - Y2: 1624250
- 3) X1: 5955600 - Y1: 1607800 y X2: 5955600 - Y2: 1611400
- 4) X1: 5946000 - Y1: 1607750 y X2: 5946150 - Y2: 1612100
- 5) X1: 5946400 - Y1: 1623650 y X2: 5946400 - Y2: 1630650

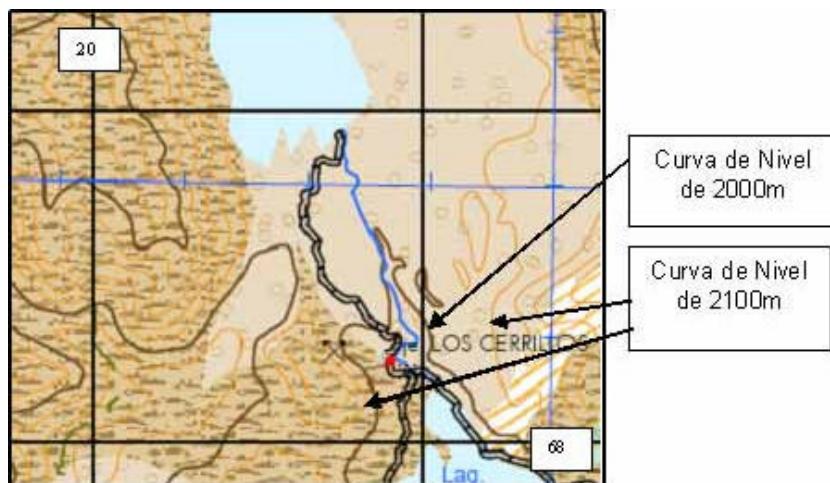
6.008. Ejercicios de cotas

Determine el valor de la cota, de los siguientes puntos:

Atención: Los gráficos que se exhiben para este ejercicio no poseen las medidas reales de la carta. Los gráficos son orientativos. Para la correcta resolución del ejercicio, debe realizar los mismos sobre las cartas correspondientes. (Ver Apéndices 1 a 4 al Anexo 1)

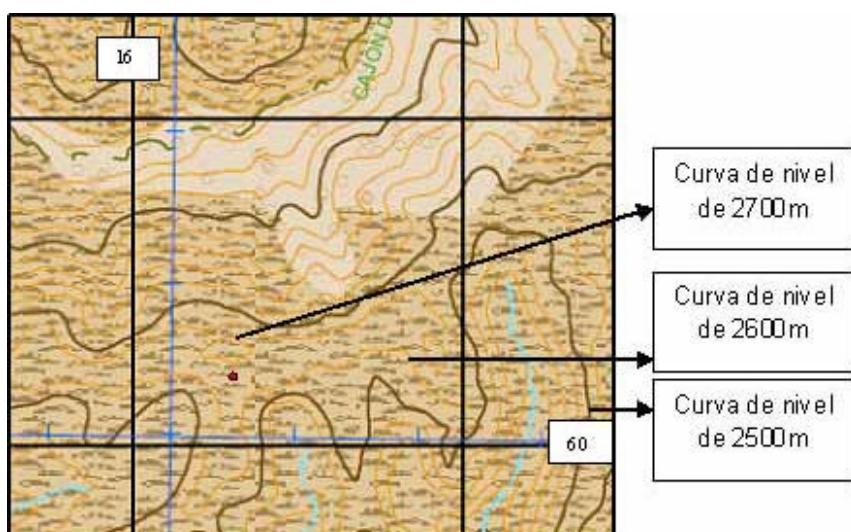
a. Carta Pichi Neuquén. Formato Especial CIG. Eta 1:100000

- 1) Pje Los Cerrillos (20-68) - (X: 5969000 - Y: 1623600) (Fig 138)



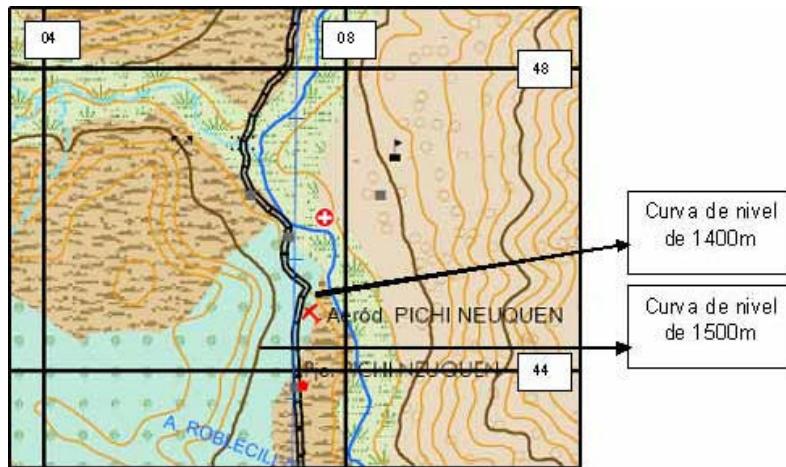
Cota (20- 68) Aeródromo Pichi Neuquén. Fig 138

- 2) (X: 5960900 - Y: 1617200) (16-60)/51 (Fig 139)



Cota (16- 60) Pichi Neuquén. Fig 139

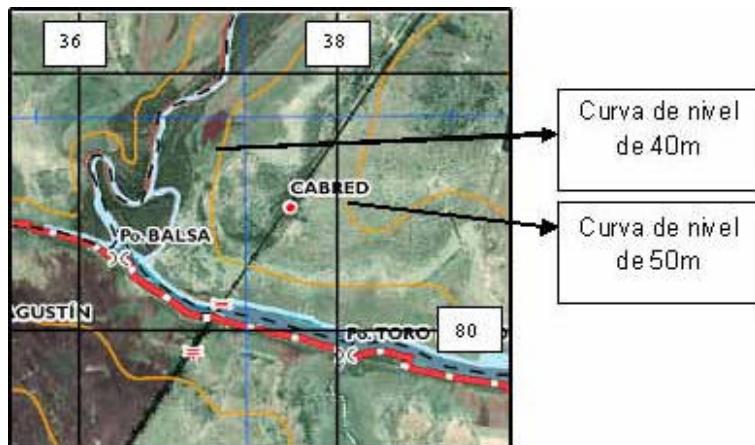
3) Aeródromo (04-44) - (X: 5944650 - Y: 1607400) (Fig 140)



Cota (04- 44) Aeródromo Pichi Neuquén. Fig 140

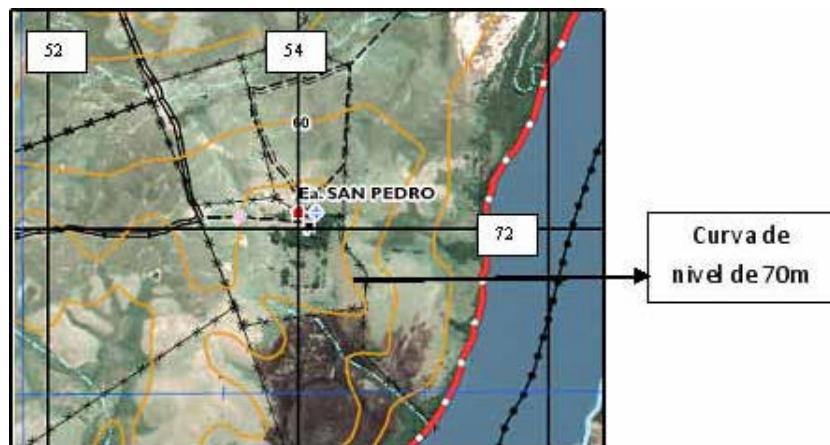
b. Carta Campo de Instrucción "General Ávalos". Formato Especial CIG. Eta 1:50000

1) Pje Cabred (X: 6680950 - Y: 6437650) (Fig 141)



Cota (36-80) Pje Cabred Campo Ávalos. Fig 141

2) Ea San Pedro (X: 6672100 - Y: 6454000) (Fig 142)



Cota (52-72) Ea San Pedro Campo Ávalos. Fig 142

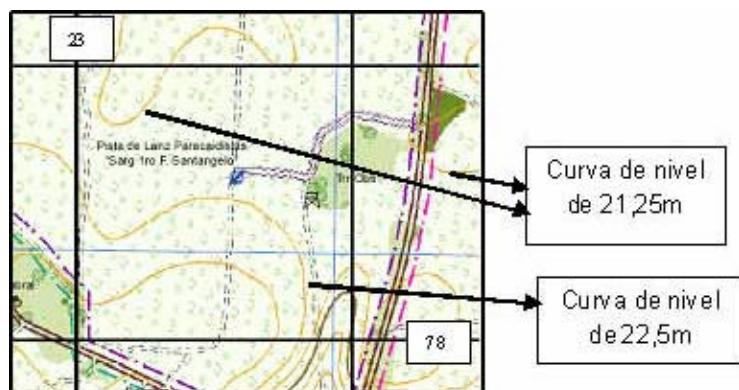
3) Ea San Juan Bautista (X: 6679700 - Y: 6446950) (Fig 143)



Cota (46-78) Ea San Juan Bautista Campo Ávalos. Fig 143

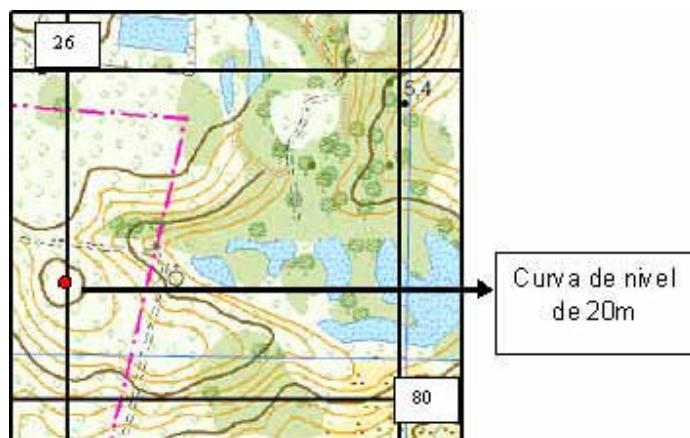
c. Carta Campo de Mayo. Formato Especial CIG. Eta 1:25000

1) Torre de Observación (23-78)/31 - (X: 6178500 - Y: 5623860) (Fig 144)



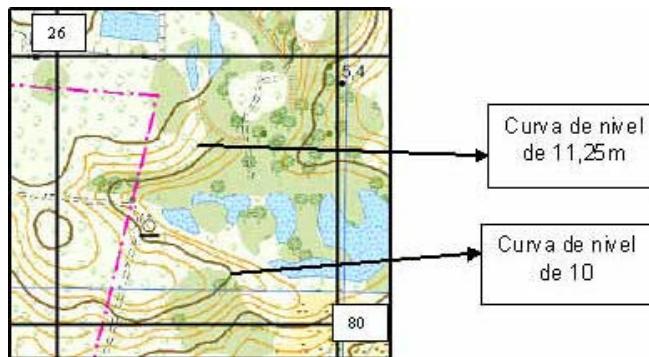
Cota (23-78) Torre de Obs Campo de Mayo. Fig 144

2) (X: 6180360 - Y: 5626000) - (25-80)/48 (Fig 145)



Cota (26-80) Curva cerrada Campo de Mayo. Fig 145

3) (X: 6180720 - Y: 5626590) (Fig 146)



Cota (26-80) Barranca Campo de Mayo. Fig 146

6.009. Ejercicios de fórmulas para hallar la escala de la carta, la distancia en la carta y la distancia en el terreno

- a. Determine la Escala de la Carta sabiendo que:

Dónde L: Distancia en el terreno, D: Denominador de la Escala y M: Distancia en la Carta

$$D = \frac{L}{M}$$

- 1) Distancia en el terreno (L): 20km y distancia en la carta (M): 20 cm
- 2) Distancia en el terreno (L): 7,5Km y distancia en la carta (M): 15 cm
- 3) Distancia en el terreno (L): 3,5Km y distancia en la carta (M): 14 cm
- 4) Distancia en el terreno (L): 31,25 Km y distancia en la carta (M): 12,5 cm
- 5) Distancia en el terreno (L): 47Km y distancia en la carta (M): 9,4 cm

- b. Determine la distancia entre dos puntos en una carta sabiendo que:

Dónde L: Distancia en el terreno, D: Denominador de la Escala y M: Distancia en la Carta

$$M = \frac{L}{D}$$

- 1) D=100000 y L= 5000 (Escala de la Carta 1:100000)
 - 2) D=50000 y L= 8000 (Escala de la Carta 1:50000)
 - 3) D=25000 y L= 3000 (Escala de la Carta 1:25000)
- c. Determine la distancia entre dos puntos en el terreno sabiendo que:

Dónde L: Distancia en el terreno, D: Denominador de la Escala y M: Distancia en la Carta

$$L = M \bullet D$$

- 1) D=100000 y M=11cm (Escala de la Carta 1:100000)
- 2) D=50000 y M=15cm (Escala de la Carta 1:50000)

- 3) D=25000 y M= 9cm (Escala de la Carta 1:25000)
- d. Determinar la Ela de la Carta conociendo las coordenadas planas de dos puntos (Fig 147) y (Fig 148):

1) Casa María Teresa X1: 6525020 - Y1: 4368150

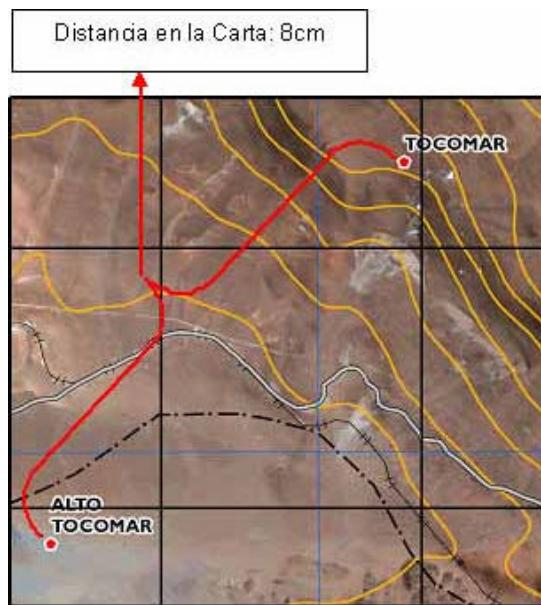
Los Hornos X2: 6526250 - Y2: 4369150



Hallar la Ela de la Carta - Casa María Teresa (Fig 147)

2) Tocomar X1: 7326650 - Y1: 3449850

Alto Tocomar X2: 7323725 - Y2: 3447150



Hallar la Ela de la Carta - Casa María Teresa. Fig 148

6.010. Ejercicios de conversión de ángulo dirección a rumbo y de rumbo a ángulo de dirección

a. Convertir los siguientes ángulos de dirección a rumbo

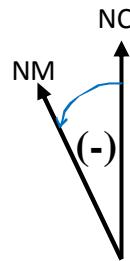
- 1) Ud se encuentra en el año 2004. (Fig 149)

La ? al año 2002 = $-8^\circ 51' O$

La variación anual es = $-09'$

El ángulo de dirección es 81° .

Diagrama de Declinación Magnética. Fig 149



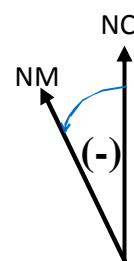
- 2) Ud se encuentra en el año 2013. (Fig 150)

La ? al año 2007 = $-8^\circ 09'$

La variación anual es = $11'$

El ángulo de dirección es 70° .

Diagrama de Declinación Magnética. Fig 150



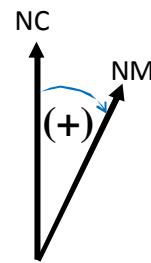
- 3) Ud se encuentra en el año 2010. (Fig 151)

La ? al año 2006 = $11^\circ 08'$

La variación anual es = $12'$

El ángulo de dirección es 110° .

Diagrama de Declinación Magnética. Fig 151



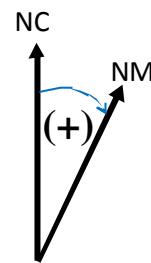
- 4) Ud se encuentra en el año 2014 (Fig 152)

La ? al año 2013 = $09^\circ 12'$

La variación anual es = $-12'$

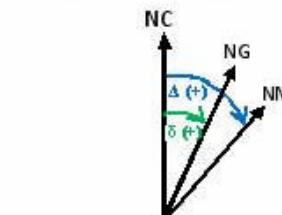
El ángulo de dirección es 45°

Diagrama de Declinación Magnética. Fig 152



- 5) Ud se encuentra en el año 2009 (Fig 153)

VALORES PARA EL CENTRO DE LA HOJA
ALOS DE AGOSTO DE 2007

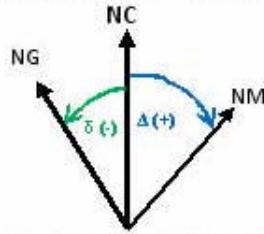


Desviación magnética (Δ) = $09^\circ 12' E$
Declinación magnética (δ) = $6^\circ E$
Variación Anual es = $10' O$

El ángulo de dirección es 35°
Diagrama de Declinación Magnética. Fig 153

6) Ud se encuentra en el año 2012 (Fig 154)

VALORES PARA EL CENTRO DE LA HOJA
AL 09 DE AGOSTO DE 2008



Desviación magnética (Δ) = $08^{\circ} 23' E$

Declinación magnética (δ) = $6^{\circ} O$

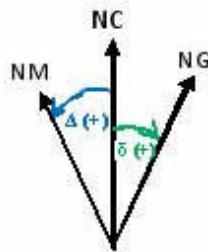
Variación Anual es = $13' E$

El ángulo de dirección es 88°

Diagrama de Declinación Magnética. Fig 154

7) Ud se encuentra en el año 2002 (Fig 155)

VALORES PARA EL CENTRO DE LA HOJA
AL 09 DE AGOSTO DE 2000



Desviación magnética (Δ) = $07^{\circ} 21' O$

Declinación magnética (δ) = $6^{\circ} E$

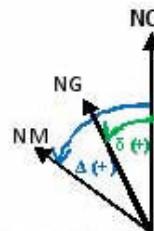
Variación Anual es = $09' E$

El ángulo de dirección es 123°

Diagrama de Declinación Magnética. Fig 155

8) Ud se encuentra en el año 2015 (Fig 156)

VALORES PARA EL CENTRO DE LA HOJA
AL 09 DE AGOSTO DE 2010



Desviación magnética (Δ) = $12^{\circ} 10' O$

Declinación magnética (δ) = $6^{\circ} O$

Variación Anual es = $10' O$

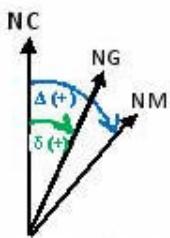
El ángulo de dirección es 57°

Diagrama de Declinación Magnética. Fig 156

b. Convertir los siguientes rumbo a ángulos de dirección

1) Ud se encuentra en el año 2011 (Fig 157)

*VALORES PARA EL CENTRO DE LA HOJA
AL 09 DE AGOSTO DE 2006*

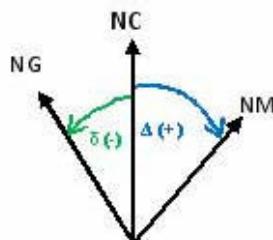


Desviación magnética (Δ) = $10^{\circ} 09' E$
 Declinación magnética (δ) = $6^{\circ} E$
 Variación Anual es = $13' O$

El rumbo es 50°
 Diagrama de Declinación Magnética. Fig 157

- 2) Ud se encuentra en el año 2007 (Fig 158)

*VALORES PARA EL CENTRO DE LA HOJA
AL 09 DE AGOSTO DE 2005*

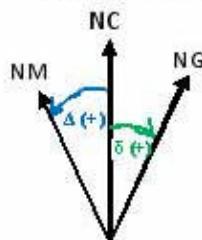


Desviación magnética (Δ) = $11^{\circ} 32' E$
 Declinación magnética (δ) = $6^{\circ} O$
 Variación Anual es = $09' E$

El Rumbo es 130°
 Diagrama de Declinación Magnética. Fig 158

- 3) Ud se encuentra en el año 2004 (Fig 159)

*VALORES PARA EL CENTRO DE LA HOJA
AL 09 DE AGOSTO DE 2001*

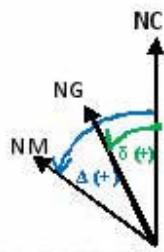


Desviación magnética (Δ) = $13^{\circ} 07' O$
 Declinación magnética (δ) = $6^{\circ} E$
 Variación Anual es = $11' E$

El rumbo es 54°
 Diagrama de Declinación Magnética. Fig 159

- 4) Ud se encuentra en el año 2006 (Fig 160)

*VALORES PARA EL CENTRO DE LA HOJA
AL 09 DE AGOSTO DE 2002*



*Desviación magnética (Δ) = $08^{\circ}41' O$
Declinación magnética (δ) = $6^{\circ} O$
Variación Anual es = $15' O$*

El rumbo es 272°

Diagrama de Declinación Magnética. Fig 160

6.011. Ejercicios de perfiles

Confeccione los perfiles entre los puntos que más abajo se detallan, e identifique las pendientes más pronunciadas expresando las mismas en porcentaje y grados:

- En la Carta Pichi Neuquén Ela 1:100000. Ed 2015, CIG. Formato Especial (ver Anexo 1- apéndice 4).
 - Co Piuquenes (92-56) y Pto Acotado 2657 (00-56)

Para éste perfil, seleccione la Ela Vertical = 1:50000.
 - Co La Puntilla (24-52) y Co Puelches (32-52)

Para éste perfil, seleccione la Ela Vertical = 1:50000.
- Carta Campo de Mayo Ela 1:25000. Ed 2015, CIG. Formato Especial (ver Anexo 1- apéndice 1)
 - (X1: 6179770 - Y1: 5625040) y (X2: 6179657 - Y2: 5627030) (Fig 161)

Para este perfil, utilice una Ela Vertical = 1:6250



Sector Perfil Carta Campo de Mayo. Fig 161

Para la confección de los perfiles será conveniente tener en cuenta que:

En la medida que las escalas vertical y horizontal, tengan una menor diferencia (lo ideal es que sean iguales) el perfil será más real.

Para confeccionar la escala vertical, es necesario tener en cuenta que, cuanto más cercanos al valor cero sean los valores de la equidistancia (Entre 1,25 a 25m), y con poca variación altura en el perfil analizado, habrá una necesidad de exagerar la escala en forma considerable (hasta 20 veces) para poder apreciar los desniveles. Por el contrario, cuanto más grande sea la equidistancia (Entre 50 a 200m), y mayor la variación de altura en el perfil analizado, no será necesario realizar una gran exageración de escala.

Para encontrar la escala vertical adecuada, debo hacer una equivalencia entre 5mm (2mm si se dispone de hoja milimetrada y lápiz mecánico) y el valor de la equidistancia de la carta. Luego si 5mm equivalen a x metros, aplicando una regla de tres simple puedo hallar el valor de la Escala Vertical que estoy utilizando.

ANEXOS

ANEXO 1

**RESOLUCIÓN DE LOS EJERCICIOS DEL CAPÍTULO VI AL REGLAMENTO DE
LECTURA DE CARTOGRAFÍA****1. Al punto: 6.002. Ejercicios de empleo de Regleta M2**

- a) Identifique y enumere, utilizando la regleta M-2 los signos cartográficos, en la Carta Campo de Mayo Formato Especial, Ela 1:25000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial, que se encuentran en las siguientes cuadrículas:
 - 1) Torre de Obs Nro 3
 - 2) Torre de Vigilancia
 - 3) Hospital
- b) Identifique y enumere, utilizando la regleta M-2 los signos cartográficos, en la Carta Pichi Neuquén Formato Especial, Ela 1:100000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial, que se encuentran en las siguientes cuadrículas:
 - 1) Aeródromo
 - 2) Co. Piuquenes
 - 3) Pje. Los Barros
- c) Identifique y enumere, utilizando la regleta M-2 los signos cartográficos, en la Carta Campo de Instrucción "General Ávalos" Formato Especial, Ela 1:50000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial, que se encuentran en las siguientes cuadrículas:
 - 1) Ea San Clemente
 - 2) Puente Paso La Barca
 - 3) Puesto Estribo

2. Al punto: 6.003. Ejercicios de Coordenadas Geográficas

- a. Localice los puntos que se encuentran en las siguientes coordenadas geográficas de la Carta Campo de Mayo Formato Especial, Ela 1:25000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial, e identifique y enumere los signos cartográficos que se encuentran en ellos
 - 1) Pista de Lanzamiento de Paracaidistas
 - 2) Polvorín
 - 3) Puente
 - 4) Torre de Vigilancia Nro 8
 - 5) Escuela
- b. Determine las coordenadas geográficas de los siguientes signos cartográficos que se encuentran en la Carta de Campo de Mayo Formato Especial Ela 1:25000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial:
 - 1) 58° 37' 27" Oeste
34° 30' 53" Sur
 - 2) 58° 38' 55" Oeste
34° 32' 26" Sur
 - 3) 58° 39' 41" Oeste
34° 32' 06" Sur

- 4) $58^{\circ} 40' 44''$ Oeste
 $34^{\circ} 30' 53''$ Sur
- 5) $58^{\circ} 38' 27''$ Oeste
 $34^{\circ} 32' 56''$ Sur
- c. Localice los puntos que se encuentran en las siguientes coordenadas geográficas de la Carta de Campo de Instrucción "General Ávalos" Formato Especial, Ela 1:50000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial, e identifique y enumere los signos cartográficos que se encuentran en los mismos:
- 1) Pues Cambá
 - 2) Pues Cerrito
 - 3) Pozo de Agua
 - 4) Pje. Colonia Capibari
 - 5) Muro de Embalse
- d. Determine las coordenadas geográficas de los siguientes signos cartográficos en la Carta de Campo de Instrucción "General Ávalos" Formato Especial, Ela 1:50000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial:
- 1) $57^{\circ} 37' 44,5''$ Oeste
 $30^{\circ} 03' 09,7''$ Sur
 - 2) $57^{\circ} 42' 37,3''$ Oeste
 $30^{\circ} 04' 53,5''$ Sur
 - 3) $57^{\circ} 32' 14,3''$ Oeste
 $30^{\circ} 04' 08,1''$ Sur
 - 4) $57^{\circ} 38' 31''$ Oeste
 $30^{\circ} 01' 00''$ Sur
 - 5) $57^{\circ} 43' 09''$ Oeste
 $30^{\circ} 10' 16,2''$ Sur

3. Al Punto: 6.004. Ejercicios de Coordenadas Planas - Ver Cap Art 2.015

- a. Localice los puntos que se encuentran en las siguientes coordenadas planas en la Carta de Campo de Mayo Formato Especial Ela 1:25000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial, e identifique y enumere los signos cartográficos que se encuentran en los mismos:
- 1) Pista de lanzamiento de Paracaidistas
 - 2) Polvorín
 - 3) Puente
 - 4) Hospital
 - 5) Puente
- b. Determine las coordenadas planas de la Carta Topográfica de Campo de Mayo Formato Especial 1:25000, Ed 2015, expresando en qué faja se encuentra, a cuántos metros del MCF, y a cuántos metros se encuentra del Polo Sur:
- 1) A 6.172.800 del Polo
En la Faja 5, a 121.660 m al E del MCF
 - 2) A 6.173.960 del Polo Sur
En la Faja 5, a 125.850 m al E del MCF

- 3) A 6.174.940 del Polo Sur
En la Faja 5, a 123.875 m al E del MCF
- 4) A 6.178.500 del Polo Sur
En la Faja 5, a 123.850 m al E del MCF
- 5) A 6.178.675 del Polo Sur
En la Faja 5, a 127.960 m al E del MCF

O bien se pueden expresar las coordenadas de la siguiente manera:

- 1) X: 6172800
Y: 5621660
- 2) X: 6173960
Y: 5625850
- 3) X: 6174940
Y: 5623875
- 4) X: 6178500
Y: 5623850
- 5) X: 6178675
Y: 5627960

c. Localice los puntos que se encuentran en las siguientes coordenadas planas en la Carta de Campo de Instrucción "General Ávalos" Formato Especial, Ela 1:50000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial, e identifique y enumere los signos cartográficos que se encuentran en los mismos:

- 1) Ea San Ignacio
- 2) Pues Lucas Cué
- 3) Ea San Clemente
- 4) Tanque de agua elevado
- 5) Muro de Embalse

d. Determine las coordenadas planas en la Carta Imagen de Campo de Instrucción "General Ávalos" Formato Especial, Ela 1:50000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial, expresando en que faja se encuentra, a cuántos metros del MCF, y a cuántos metros se encuentra del Polo Sur:

- 1) A 6.670.175 del Polo Sur
En la Faja 6, a 58.850 m al O del MCF
- 2) A 6.674.050 del Polo Sur
En la Faja 6, a 68.400 m al O del MCF
- 3) A 6.659.350 del Polo Sur
En la Faja 6, a 68.425 m al O del MCF
- 4) A 6.678.150 del Polo Sur
Faja 6, a 60.325 al O del MCF
- 5) A 6.675.950 del Polo Sur
Faja 6, a 60.575 m al O del MCF

O bien se pueden expresar de la siguiente manera:

- 1) X: 6670175
Y: 6441150
- 2) X: 6674050
Y: 6431600
- 3) X: 6659350
Y: 6431575
- 4) X: 6678150
Y: 6439675
- 5) X: 6675950
Y: 6439425

4. Al Punto: 6.005. Ejercicios de Coordenadas Polares

- a. Determine las coordenadas planas de la Carta Imagen de Campo de Instrucción "General Ávalos" Formato Especial, Ela 1:50000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial, expresando en que faja se encuentra, a cuántos metros del MCF, y a cuántos metros se encuentra del Polo Sur:
 - 1) Ángulo de Dirección: 58° - Post: 238° - Dist: 3210 m - Rº: 66º 24'
 - 2) Ángulo de Dirección: 276° - Post: 96° - Dist: 1970 m - Rº: 284º 24'
 - 3) Ángulo de Dirección: 41° - Post: 221° - Dist: 2530 m - Rº: 49º 24'
 - 4) Ángulo de Dirección: 155° - Post: 335° - Dist: 950 m - Rº: 163º 24'
 - 5) Ángulo de Dirección: 310° - Post: 130° - Dist: 2075 m - Rº: 318º 24'
- b. Determine las Coordenadas Polares entre los puntos que más abajo se detallan de la Carta de Campo de Instrucción "General Ávalos" Formato Especial, Ela 1:50000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial:
 - 1) Ángulo de Dirección: 155° - Post: 335° - Dist: 3750 m - Rº: 165º 59'
 - 2) Ángulo de Dirección: 78° - Post: 258° - Dist: 7300 m - Rº: 88º 59'
 - 3) Ángulo de Dirección: 296° - Post: 116° - Dist: 9450 m - Rº: 306º 59'
 - 4) Ángulo de Dirección: 186° - Post: 6° - Dist: 11450 m - Rº: 196º 59'
 - 5) Ángulo de Dirección: 298° - Post: 118° - Dist: 7100 m - Rº: 308º 59'

5. Al Punto: 6.006. Ejercicios de Coordenadas UTM

- a. Identifique los signos cartográficos y/o elementos se encuentran en las siguientes coordenadas UTM de la Carta de Campo de Instrucción "General Ávalos" Formato Especial (UTM), Ela 1:50000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial:
 - 1) Pues Rincón Grande
 - 2) Vivac El Plantero
 - 3) Muro de Embalse
 - 4) Ea San Clemente
 - 5) Puente

- b. Determine que coordenadas UTM se encuentran en los siguientes signos cartográficos y/o elementos de la Carta de Campo de Instrucción "General Ávalos" Formato Especial (UTM), Ela 1:50000, Ed 2015 de la Central de Inteligencia Geoespacial:

- 1) 21JVG04387006682600
- 2) 21JVG04263506676350
- 3) 21JVG04359006657600
- 4) 21JVG04357006669550
- 5) 21JVG04369506679300

6. Al Punto: 6.007. Ejercicios de pendientes

- a. Determine los distintos tipos de pendiente (Gradiente, Porcentaje, Milésimos, Grados), que existen entre los siguientes puntos en la Carta Formato Especial Pichi Neuquén, Ela 1:100000, Ed 2015, de la Central de Inteligencia Geoespacial:

$$\text{Siendo que, Gradiente (g): } g = \frac{h}{L}$$

Dónde h = La diferencia de altura entre los dos puntos que entre los cuales se intenta hallar la pendiente.

Y dónde L = distancia.

- 1) La diferencia de valor entre las dos cotas analizadas es de 900m.

$$\text{En Gradiente: } g = \frac{900}{1950} = 0,46153$$

$$\text{En Porcentaje: } 0,46153 \times 100 = 46,153 \Rightarrow 46\%$$

$$\text{En Grados (Según Tabla): } 46\% = 24^{\circ}42'$$

$$\text{En Milésimos: } 461,53$$

- 2) La diferencia de valor entre las dos cotas analizadas es de 940m.

$$\text{En Gradiente: } g = \frac{940}{1700} = 0,55294$$

$$\text{En Porcentaje: } 0,55294 \times 100 = 55,294 \Rightarrow 55\%$$

$$\text{En Grados (Según Tabla): } 55\% = 28^{\circ}48'$$

$$\text{En Milésimos: } 552,94$$

- 3) La diferencia de valor entre las cotas analizadas es de 1094m.

$$\text{En Gradiente: } g = \frac{1094}{3600} = 0,30388$$

$$\text{En Porcentaje: } 0,30388 \times 100 = 30,388 \Rightarrow 30\%$$

$$\text{En Grados (Según Tabla): } 30\% = 16^{\circ}41'$$

$$\text{En Milésimos: } 303,88$$

- 4) En este ejercicio, primero se debe obtener el valor de la cota del punto A (Hospital)

El Hospital se encuentra entre dos curvas de nivel de 1400m. Siendo que la equidistancia de la carta es de 100m, el presente reglamento establece que cuando un punto se encuentra entre dos curvas del mismo nivel, y las curvas subsiguientes son de mayor valor, se tomará como regla, restar al punto la mitad del valor de equidistancia con respecto a las curvas más cercanas.

El valor de cota del hospital es: 1350m

La diferencia de valor entre las cotas analizadas es de 1510m.

$$\text{En Gradiente: } g = \frac{1510}{4400} = 0,34318$$

$$\text{En Porcentaje: } 0,34318 \times 100 = 34,318 \rightarrow 34\%$$

$$\text{En Grados (Según Tabla): } 34\% = 18^{\circ}46'$$

$$\text{En Milésimos: } 343,18$$

- 5) En este ejercicio, primero se debe hallar el valor de la cota del Pje Allinco.

El Pje Allinco se encuentra entre dos curvas de nivel, una de 1700m y otra de 1800m. En la línea máxima de pendiente que se pueden trazar entre dichas líneas y que se haga intersección con el Pje Allinco, se puede obtener una distancia en la carta de 11mm, encontrándose el Pje a 6mm de la curva de nivel de 1700m.

11mm	—————	100m
06mm	—————	?

11mm	—————	100m
06mm	—————	= 54,54 m

El valor de cota hallado, se lo sumo a la curva de menor nivel, y de esa manera obtendré el valor de la Cota del Pje Allinco.

Pje Allinco = 1754,5 m

$$\text{En Gradiente: } g = \frac{1285,5}{6950} = 0,18496$$

$$\text{En Porcentaje: } 0,18496 \times 100 = 18,496 \rightarrow 18\%$$

$$\text{En Grados (Según Tabla): } 30\% = 10^{\circ}12'$$

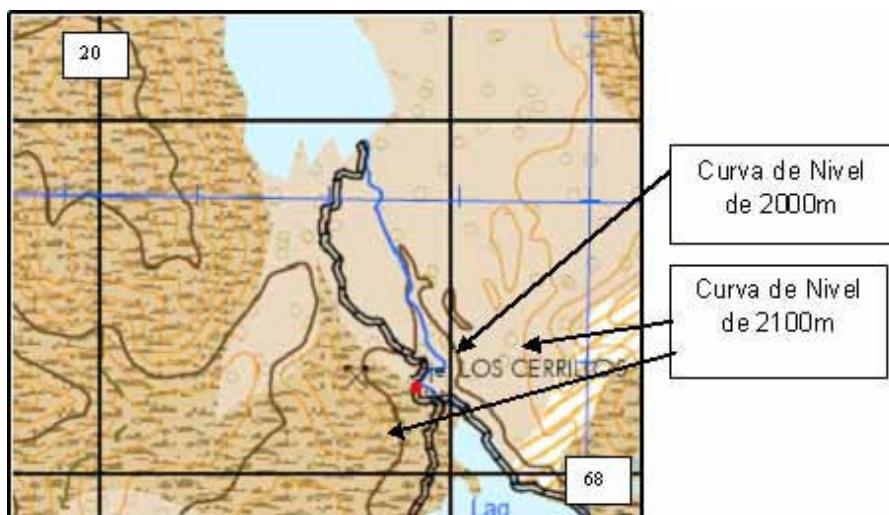
$$\text{En Milésimos: } 184,96$$

7. Al Punto: 6.008. Ejercicios de cotas

Determine el valor de la cota, de los siguientes puntos:

- a. Carta Pichi Neuquén. Formato Especial CIG. Ela 1:100000

- 1) El Pje Los Cerrillos, se encuentra entre dos curvas de nivel de 2000m de altura. Por lo tanto, el reglamento dice que cuando un punto se encuentra encerrado en una curva del mismo nivel, y las curvas que se encuentran más cercanas a ella son de mayor valor, se debe restar la mitad de la equidistancia al valor de la curva. (Fig 162).



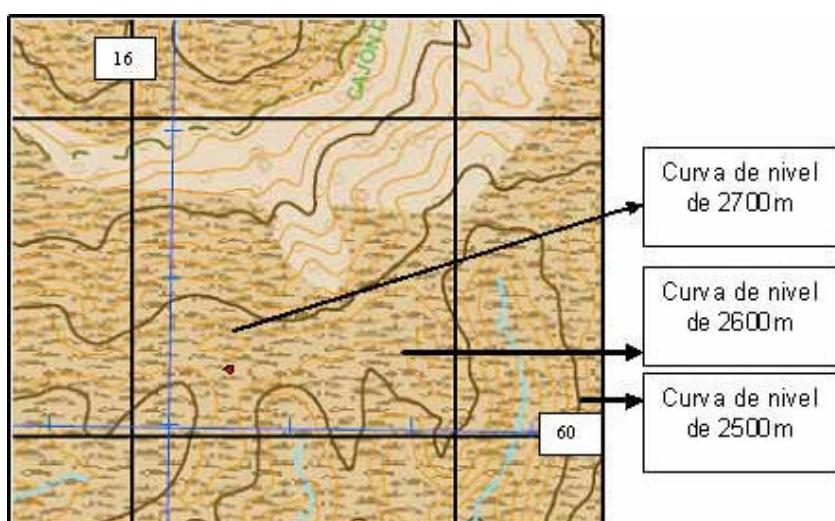
Cota (20- 68) Aeródromo Pichi Neuquén. Fig 162

Pje Los Cerrillos = 1950m

- 2) El Punto de las coordenadas planas X: 5960900 - Y: 1617200), se encuentra entre dos curvas de nivel de 2600 y 2700m de altura respectivamente. La distancia en la carta entre las curvas que permite trazar la línea máxima de pendiente, que haga intersección con el mencionado Punto, es de 4,5mm. Y el Paraje se encuentra a 3,5mm de la curva de menor valor. (Fig 163)

$$\begin{array}{l} 4\text{mm} \quad \text{---} \quad 100\text{m} \\ 03\text{mm} \quad \text{---} \quad ? \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 04\text{mm} \quad \text{---} \quad 100\text{m} \\ 03\text{mm} \quad \text{---} \quad = 75\text{m} \end{array}$$



Cota (16- 60) Pichi Neuquén. Fig 163

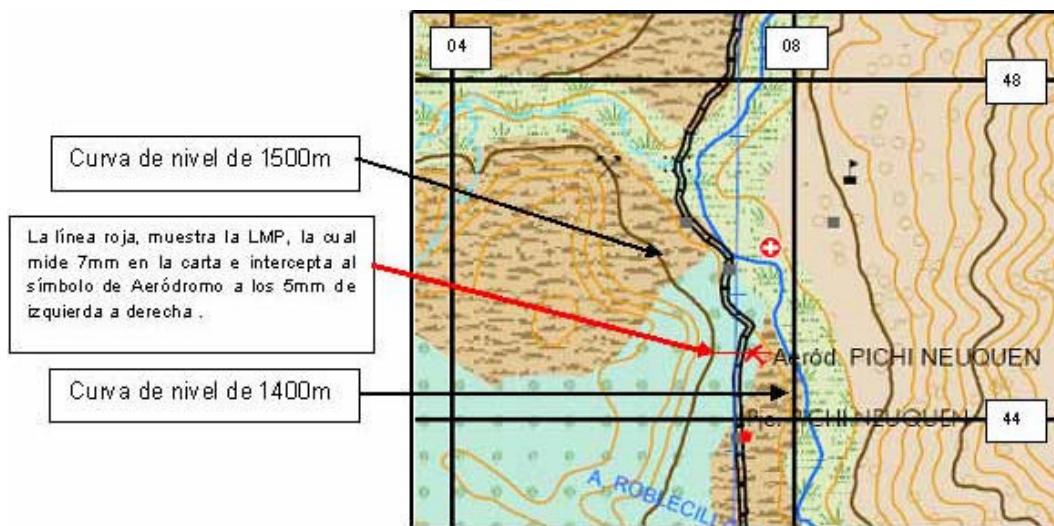
El valor de cota hallado, se lo sumo a la curva de menor nivel, y de esa manera obtendré el valor de la Cota del Punto analizado.

$$\text{Pto}(X: 5960900 - Y: 1617200) = 2675\text{m}$$

- 3) El Aeródromo Pichi Neuquén se encuentra entre dos curvas de nivel de 1500 y 1400m de altura respectivamente. La distancia en la carta entre las curvas que permite trazar la línea máxima de pendiente, que haga intersección con el mencionado Punto, es de 8mm. Y el Aeródromo se encuentra a 4mm de la curva de menor valor. (Fig 164)

$$\begin{array}{l} 07 \text{ mm} \quad 100 \text{ m} \\ 05 \text{ mm} \quad ? \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 07 \text{ mm} \quad 100 \text{ m} \\ 05 \text{ mm} \quad = 71,42 \text{ m} \end{array}$$



Cota (04- 44) Aeródromo Pichi Neuquén. Fig 164

El valor de cota hallado, se lo sumo a la curva de menor nivel, y de esa manera obtendré el valor de la Cota del Aeródromo.

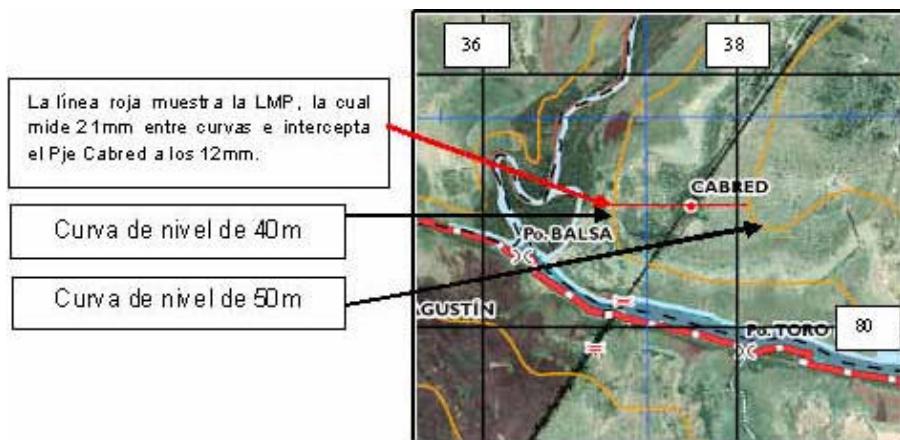
$$\text{Aeródromo} = 1471,42 \text{ m}$$

b. Carta Campo de Instrucción "General Ávalos". Formato Especial CIG. Ela 1:50000

- 1) El Paraje Cabred se encuentra entre dos curvas de nivel de 40 y 50m de altura respectivamente. La distancia en la carta entre las curvas que permite trazar la línea máxima de pendiente, que haga intersección con el mencionado Punto, es de 21mm. Y el Paraje se encuentra a 12mm de la curva de menor valor. (Fig 165)

$$\begin{array}{l} 21 \text{ mm} \quad 10 \text{ m} \\ 12 \text{ mm} \quad ? \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 21 \text{ mm} \quad 10 \text{ m} \\ 12 \text{ mm} \quad = 5,7 \text{ m} \end{array}$$

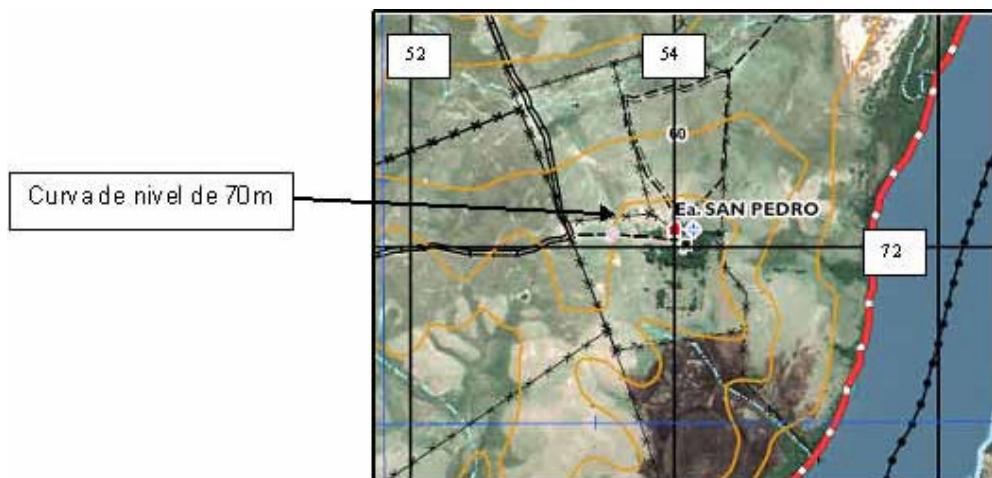


Cota (36-80) Pje Cabred Campo Ávalos. Fig 165

El valor de cota hallado, se lo sumo a la curva de menor nivel, y de esa manera obtendré el valor de la Cota del Pje Cabred.

$$\text{Pje Cabred} = 45,7 \text{ m}$$

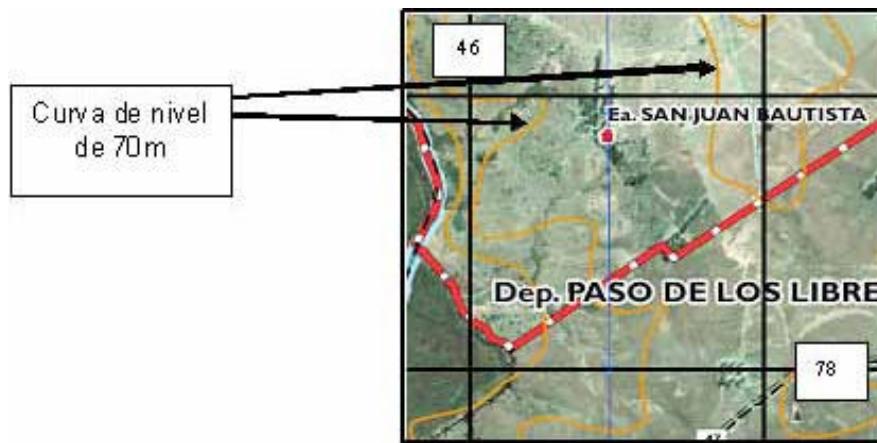
- 2) La Ea San Pedro se encuentra entre una misma curva de nivel de 70m de altura. Por lo tanto, el reglamento dice que cuando un punto se encuentra encerrado en una curva del mismo nivel, y las curvas que se encuentran más cercanas a ella son de menor valor, se debe sumar la mitad de la equidistancia al valor de la curva. (Fig 166)



Cota (36-80) Pje Cabred Campo Ávalos. Fig 166

Por lo tanto: Ea San Pedro = 75 m

- 3) La Ea San Juan Bautista se encuentra entre una misma curva de nivel de 60m de altura. Por lo tanto, el reglamento dice que cuando un punto se encuentra encerrado en una curva del mismo nivel, y las curvas que se encuentran más cercanas a ella son de menor valor, se debe sumar la mitad de la equidistancia al valor de la curva. (Fig 167)



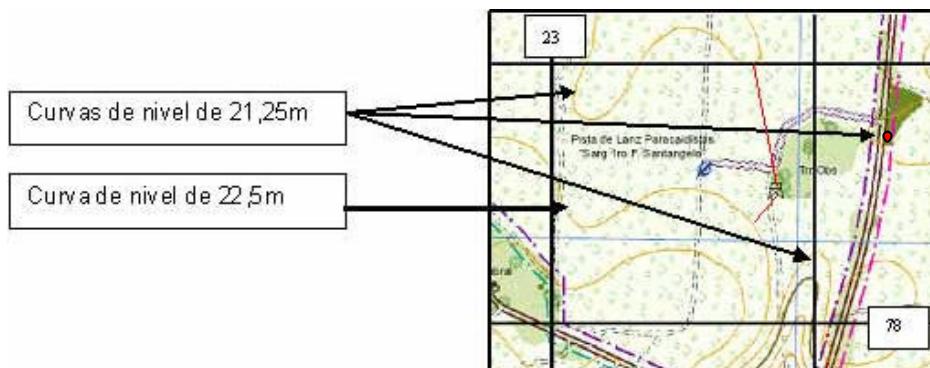
Cota (46-78) Ea San Juan Bautista Campo Ávalos. Fig 167

Por lo tanto: Ea San Juan Bautista = 65m

c. Carta Campo de Mayo. Formato Especial CIG. Ela 1:25000

- 1) La Torre de Observación (23-78) se encuentra entre dos curvas de nivel de 21,25m y 22,5m de altura respectivamente. La distancia en la carta que permite trazar la LMP desde la curva de nivel de menor valor hasta la Torre de Observación es de 19mm, y la distancia en la carta que permite trazar la LMP entre la Torre de Observación y la curva de mayor valor es de 5mm. (Fig 168)

Por lo tanto:



Cota (23-78) Torre de Obs Campo de Mayo. Fig 168

24 mm	—————	1,25m
19 mm	—————	?

24 mm	—————	1,25m
19 mm	—————	0,99m

Torre de Observación = 22,24 m

- 2) El Punto en (X: 6180360 - Y: 5626000), se encuentra entre una misma curva de nivel de 20m de altura. Por lo tanto, el reglamento dice que cuando un punto se encuentra encerrado en una curva del mismo nivel, y las curvas que se encuentran más cercanas a ella son de menor valor, se debe sumar la mitad de la equidistancia al valor de la curva. (Fig 169)



Cota (26-80) Curva cerrada Campo de Mayo. Fig 169

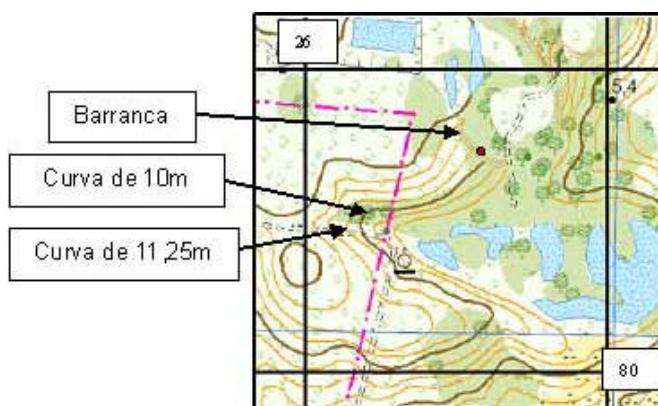
$$\text{Pto (X: 6180360 - Y: 5626000)} = 20,625\text{m}$$

- 3) El Punto en (Y: 5626590 - X: 6180720), se encuentra entre dos curvas de nivel de 10 y 11,25m de altura respectivamente, y ademas sobre una barranca. Primero se debe averiguar el valor de la cota al pie de la barranca y luego, a ese valor se debe restar el de la barranca (El más alto: 3m, si es que no lo especifica uno menor o mayor). (Fig 170)

02mm	_____	1,25m
01 mm	_____	?

02mm	_____	1,25m
01mm	_____	= 0,625 m

El valor que se obtuvo al pie de la barranca fue de 0,625 que se lo debo sumar a la curva de menor valor, osea a la de 10m. Y luego debo restar el valor de la barranca, 3 m.



Cota (26-80) Barranca Campo de Mayo. Fig 170

$$\text{Entonces: Pto (5626590 Oeste - 6180720 Sur)} = 07,625\text{m.}$$

8. Al Punto: 6.009. Ejercicios de fórmulas para hallar la escala de la carta, la distancia en la carta y la distancia en el terreno.

a. Determine la Escala de la Carta sabiendo que:

- 1) 1:100000
- 2) 1:50000
- 3) 1:25000
- 4) 1:250000
- 5) 1:500000

b. Determine la distancia entre dos puntos en una carta sabiendo que:

- 1) 5cm
- 2) 16cm
- 3) 12cm

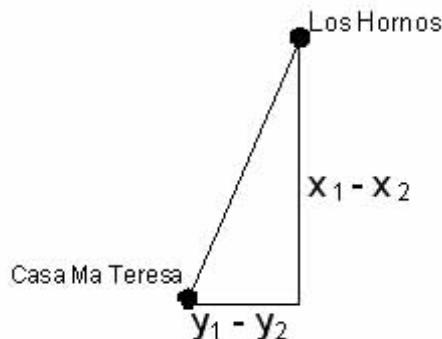
c. Determine la distancia entre dos puntos en el terreno sabiendo que:

Tener en cuenta que para éste cálculo los centímetros deben ser expresados en metros.

- 1) 11000m
- 2) 7500m
- 3) 2250m

d. Determinar la Ela de la Carta conociendo las coordenadas planas de dos puntos:

1) Para lograr identificar la Escala de la Carta, se debe aplicar la formula de la Hipotenusa:



$$\text{Distancia entre Casa Ma Teresa y Los Hornos} = \sqrt{(y_1 - y_2)^2 + (x_1 - x_2)^2}$$

$$\text{Dist Casa Ma Teresa y Los Hornos} = \sqrt{(1100)^2 + (1230)^2}$$

$$\text{Dist Casa Ma Teresa y Los Hornos} = \sqrt{1210000\text{m}^2 + 1512900\text{m}^2}$$

$$\text{Dist Casa Ma Teresa y Los Hornos} = \sqrt{2722900\text{m}^2}$$

$$\text{Dist Casa Ma Teresa y Los Hornos} = 1650\text{m}$$

$$D = \frac{L}{M} \rightarrow D = \frac{1650}{0,063} = 26192 = \text{Por aproximación Ela } 1: 25000$$

2) Para lograr identificar la Escala de la Carta, se debe aplicar la formula de la Hipotenusa:

$$\begin{aligned}\text{Distancia entre Alto Tocomar y Tocomar} &= \sqrt{(y_1 - y_2)^2 + (x_1 - x_2)^2} \\ \text{Dist Casa Ma Teresa y Los Hornos} &= \sqrt{(2925)^2 + (2700)^2} \\ \text{Dist Casa Ma Teresa y Los Hornos} &= \sqrt{8555625m^2 + 7290000m^2} \\ \text{Dist Casa Ma Teresa y Los Hornos} &= \sqrt{15845625m^2}\end{aligned}$$

$$\text{Dist Casa Ma Teresa y Los Hornos} = 3980m$$

$$D = \frac{L}{M} \rightarrow D = \frac{3980}{0,08} = 49758,2044 \text{ Por aproximación Ela } 1:50000$$

9. **Al Punto:** 6.010. Ejercicios de conversión de ángulo dirección a rumbo y de rumbo a ángulo de dirección

a. Convertir los siguientes ángulos de dirección a rumbo

1) Ud se encuentra en el año 2004. (Fig 171)

La ? al año 2002 = $-8^\circ 51' O$

La variación anual es = $-09'$

El ángulo de dirección es 81° .

Variación anual actualizada: $-9' \times 2 = -18'$



Diagrama de Declinación Magnética. Fig 171

$$? \text{ al 2004} = ? + \text{Variación Anual Actualizada} = -9^\circ 09'$$

$$\boxed{\text{Rumbo} = 90^\circ 09'}$$

2) Ud se encuentra en el año 2012. (Fig 172)

La ? al año 2007 = $-8^\circ 09'$

La variación anual es = $11'$

El ángulo de dirección es 70° .

Variación anual actualizada: $11' \times 5 = 55'$



Diagrama de Declinación Magnética. Fig 172

$$? \text{ al 2004} = ? + \text{Variación Anual Actualizada} = -7^\circ 14'$$

$$\boxed{\text{Rumbo} = 77^\circ 14'}$$

- 3) Ud se encuentra en el año 2010. (Fig 173)

La ? al año 2006 = $11^\circ 08'$

La variación anual es = $12'$

El ángulo de dirección es 110° .

Variación anual actualizada: $12' \times 4 = 48'$

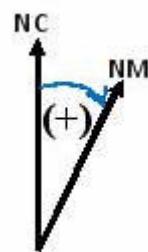


Diagrama de Declinación Magnética. Fig 173

$$? \text{ al } 2004 = ? + \text{Variación Anual Actualizada} = 11^\circ 56'$$

Rumbo = $98^\circ 04'$

- 4) Ud se encuentra en el año 2014. (Fig 174)

La ? al año 2013 = $09^\circ 12'$

La variación anual es = $-12'$

El ángulo de dirección es 45°

Variación anual actualizada: $12' \times 1 = 12'$

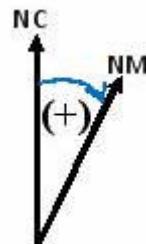


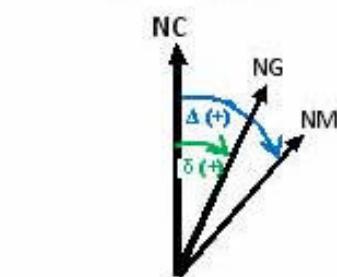
Diagrama de Declinación Magnética. Fig 174

$$? \text{ al } 2004 = ? + \text{Variación Anual Actualizada} = 9^\circ$$

Rumbo = 36°

- 5) Ud se encuentra en el año 2009. (Fig 175)

VALORES PARA EL CENTRO DE LA HOJA AL 09
DE AGOSTO DE 2007



Desviación magnética (Δ) = $09^\circ 12' E$

Declinación magnética (δ) = $6^\circ E$

Variación Anual es = $10' O$

El ángulo de dirección es 35°

Diagrama de Declinación Magnética. Fig 175

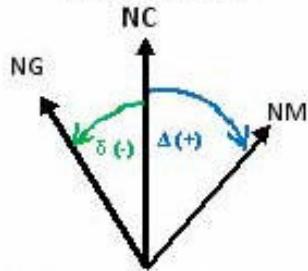
Variación anual actualizada: $-10' \times 2 = -20'$

$$? \text{ al } 2004 = ? + \text{Variación Anual Actualizada} = 8^\circ 52'$$

Rumbo = $26^\circ 08'$

- 6) Ud se encuentra en el año 2012. (Fig 176)

VALORES PARA EL CENTRO DE LA HOJA AL 09
DE AGOSTO DE 2008



Desviación magnética (Δ) = $08^{\circ} 23' E$

Declinación magnética (δ) = $6^{\circ} O$

Variación Anual es = $13' E$

El ángulo de dirección es 88°

Diagrama de Declinación Magnética. Fig 176

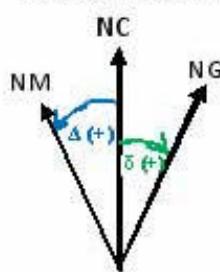
Variación anual actualizada: $13' \times 4 = 52'$

$$? \text{ al } 2004 = ? + \text{Variación Anual Actualizada} = 9^{\circ} 15'$$

Rumbo = $78^{\circ} 45'$

- 7) Ud se encuentra en el año 2002. (Fig 177)

VALORES PARA EL CENTRO DE LA HOJA AL 09
DE AGOSTO DE 2000



Desviación magnética (Δ) = $07^{\circ} 21' O$

Declinación magnética (δ) = $6^{\circ} E$

Variación Anual es = $09' E$

Diagrama de Declinación Magnética. Fig 177

El ángulo de dirección es 123°

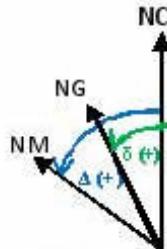
Variación anual actualizada: $9' \times 2 = 18'$

$$? \text{ al } 2004 = ? + \text{Variación Anual Actualizada} = 7^{\circ} 03'$$

Rumbo = $130^{\circ} 03'$

8) Ud se encuentra en el año 2015. (Fig 178)

VALORES PARA EL CENTRO DE LA HOJA AL 09
DE AGOSTO DE 2010



Desviación magnética (Δ) = $12^{\circ} 10' O$
Declinación magnética (δ) = $6^{\circ} O$
Variación Anual es = $10' O$

Diagrama de Declinación Magnética. Fig 178

El ángulo de dirección es 57°

Variación anual actualizada: $-10' \times 5 = -50'$

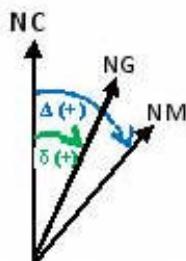
? al 2004 = ? + Variación Anual Actualizada = 13°

Rumbo = 70°

b. Convertir los siguientes rumbos a ángulos de dirección

1) Ud se encuentra en el año 2011. (Fig 179)

VALORES PARA EL CENTRO DE LA HOJA AL 09
DE AGOSTO DE 2006



Desviación magnética (Δ) = $10^{\circ} 09' E$
Declinación magnética (δ) = $6^{\circ} E$
Variación Anual es = $13' O$

El rumbo es 50°

Diagrama de Declinación Magnética. Fig 179

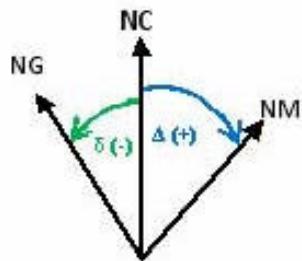
Variación anual actualizada: $-13' \times 5 = -65'$

? al 2004 = ? + Variación Anual Actualizada = $9^{\circ} 04'$

Ángulo Dirección = $59^{\circ} 04'$

2) Ud se encuentra en el año 2007. (Fig 180)

VALORES PARA EL CENTRO DE LA HOJA AL 09
DE AGOSTO DE 2005



Desviación magnética (Δ) = $11^{\circ} 32' E$

Declinación magnética (δ) = $6^{\circ} O$

Variación Anual es = $09' E$

El Rumbo es 130°

Diagrama de Declinación Magnética. Fig 180

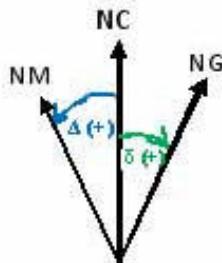
Variación anual actualizada: $9' \times 2 = 18'$

? al 2004 = ? + Variación Anual Actualizada = $11^{\circ} 50'$

Ángulo Dirección = $141^{\circ} 50'$

3) Ud se encuentra en el año 2004. (Fig 181)

VALORES PARA EL CENTRO DE LA HOJA AL 09
DE AGOSTO DE 2001



Desviación magnética (Δ) = $13^{\circ} 07' O$

Declinación magnética (δ) = $6^{\circ} E$

Variación Anual es = $11' E$

El rumbo es 54°

Diagrama de Declinación Magnética. Fig 181

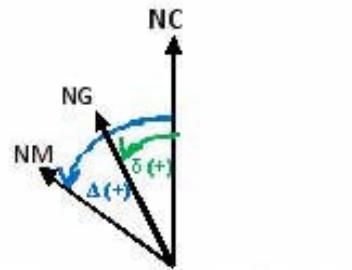
Variación anual actualizada: $11' \times 3 = 33'$

? al 2004 = ? + Variación Anual Actualizada = $12^{\circ} 34'$

Ángulo Dirección = $41^{\circ} 26'$

- 4) Ud se encuentra en el año 2006. (Fig 182)

VALORES PARA EL CENTRO DE LA HOJA AL 09
DE AGOSTO DE 2002



Desviación magnética (Δ) = $08^{\circ} 41' 0$

Dedición magnética (δ) = $6^{\circ} 0$

Variación Anual es = $15' 0$

El rumbo es 272°

Diagrama de Declinación Magnética. Fig 182

Variación anual actualizada: $-15' \times 4 = -60'$

? al 2004 = ? + Variación Anual Actualizada = $9^{\circ} 41'$

Ángulo Dirección = $262^{\circ} 19'$

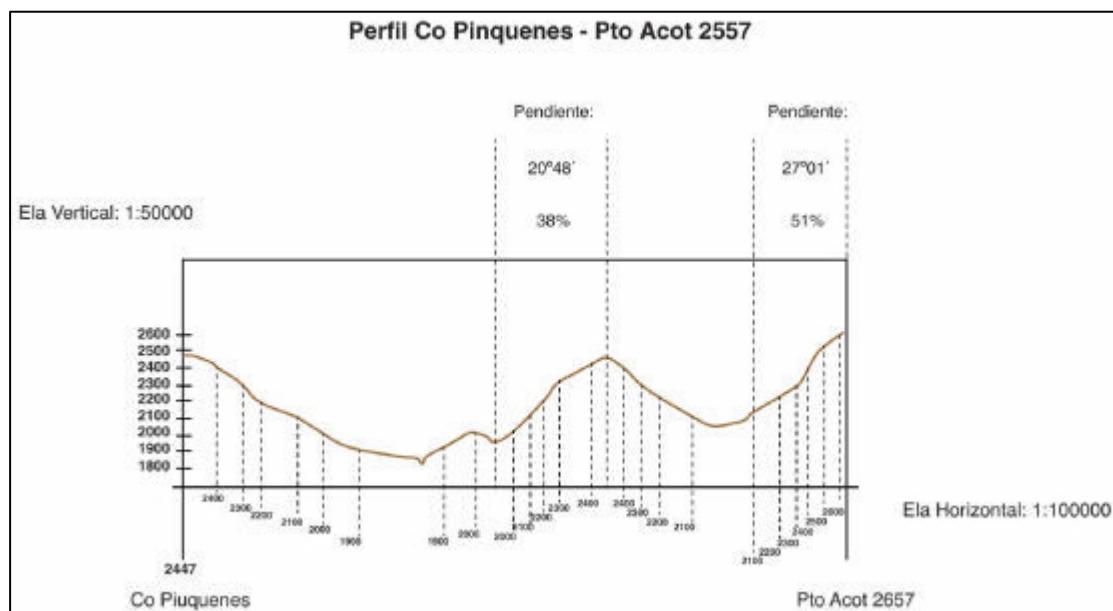
10. Al Punto: 6.011. Ejercicios de Perfiles

Confeccione los siguientes perfiles entre los puntos que más abajo se detallan:

- a. En la Carta Pichi Neuquén Ela 1:100000. Ed 2015, CIG. Formato Especial. (Fig 183)

- 1) Co Piuquenes (92-56) y Pto Acotado 2657 (00-56)

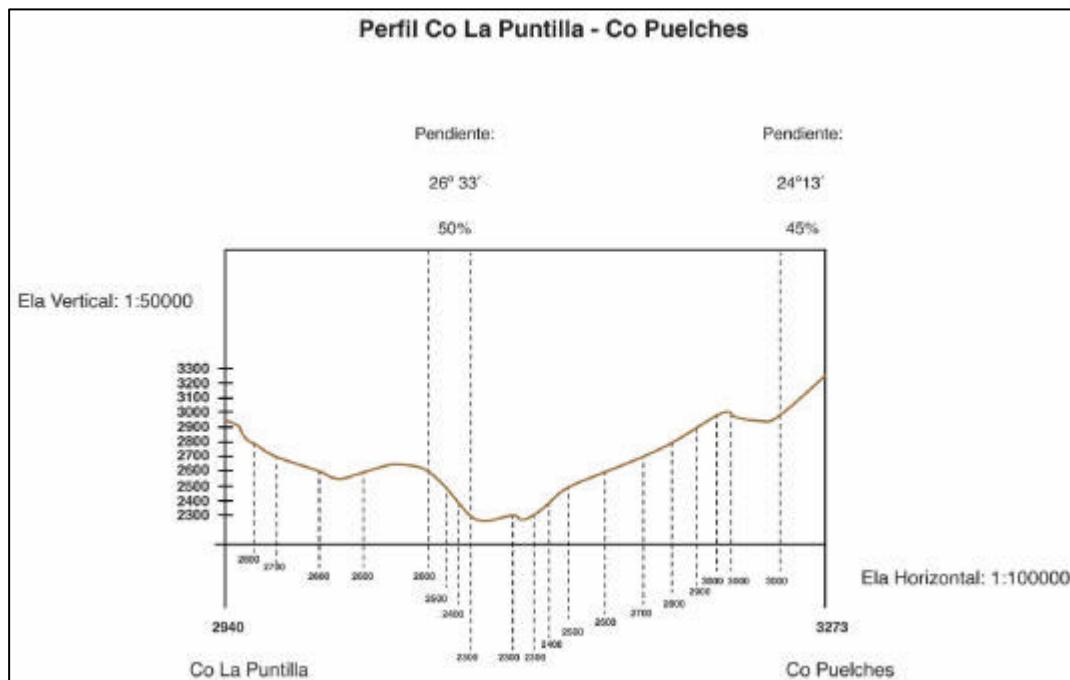
Para éste perfil, seleccione la Ela Vertical = 1:50000.



Perfil Co Pinquenes - Pto Acot 2257. Fig 183

2) Co La Puntilla (24-52) y Co Puelches (32-52) (Fig 184)

Para éste perfil, seleccione la Ela Vertical = 1:50000.

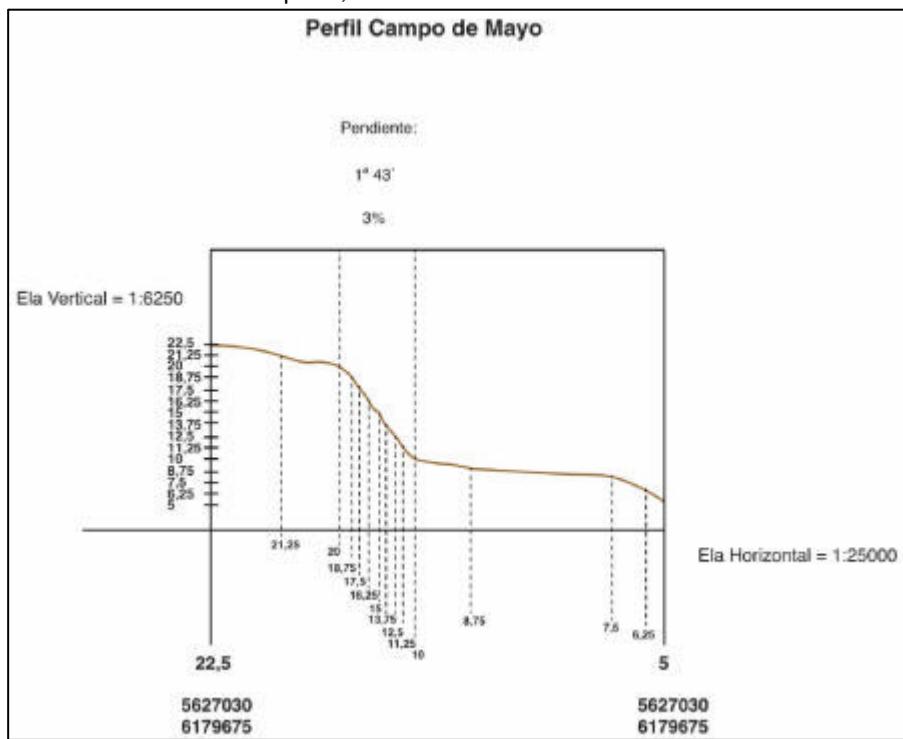


Perfil Co La Puntilla - Co Puelches. Fig 184

b. Carta Campo de Mayo Ela 1:25000. Ed 2015, CIG. Formato Especial. (Fig 185)

1) (X1: 6179770 - Y1: 5625040) y (X2: 6179657 - Y2: 5627030)

Para este perfil, utilice una Ela Vertical = 1:6250



Perfil Campo de Mayo. Fig 185

Anexo 2

CARTOGRAFÍA A UTILIZAR PARA LA RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS - AL REGLAMENTO LECTURA DE CARTOGRAFÍA - CAPÍTULO VI – EJERCICIOS

a. CARTOGRAFÍA:

- 1) Carta topográfica Campo de Mayo formato especial - Ela 1:25000 (Ver Apéndice 1- PDF)
- 2) Carta imagen Campo de Instrucción Grl Ávalos formato especial - Ela 1:50000 (Ver Apéndice 2 - PDF)
- 3) Carta imagen Campo de Instrucción Grl Ávalos formato especial - Ela 1:50000 - Coordenadas UTM (Ver Apéndice 3 - PDF)
- 4) Carta topográfica Pichi Neuquén formato especial 1:100000 (Ver Apéndice 4 - PDF)
- 5) Carta topográfica Campo de Mayo formato especial - Ela 1:25000- Coordenadas UTM (Ver Apéndice 5- PDF)

CARTOGRAFÍA



CAMPO DE MAYO - CARTA FORMATO ESPECIAL
PROVINCIA DE BUENOS AIRES - REPÚBLICA ARGENTINA

CARTA TOPOGRÁFICA

UBICACIÓN RELATIVA

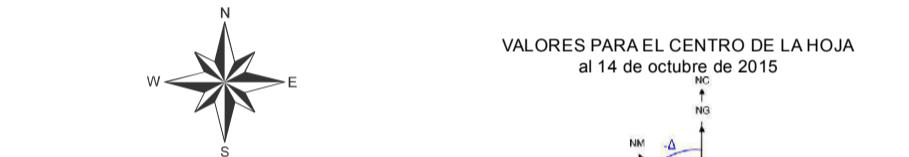


DIAGRAMA DE LOCALIZACIÓN

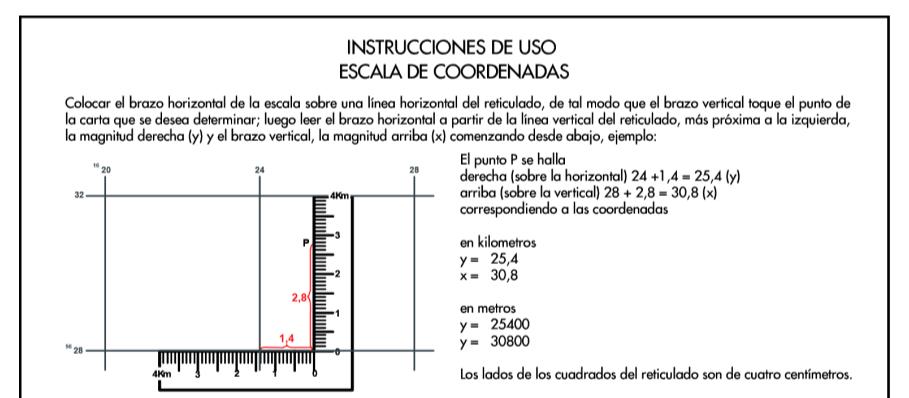
3560-12-1	3560-12-2	3557-7-1
3560-12-3	3560-12-4	3557-7-3
3560-18-1	3560-18-2	3557-13-1



ESCALA 1:25,000
0 0,25 0,5 1 2 2,5 3 Km
EQUIDISTANCIA 2,5 Metros



VALORES PARA EL CENTRO DE LA HOJA
al 14 de octubre de 2015
SISTEMA DE REFERENCIA: WGS84
MARCO DE REFERENCIA: POSGAR 94
SISTEMA DE PROYECCIÓN: GAUSS-KRÜGER
EDICIÓN: OCTUBRE 2015
Desviación Magnética(Δ) = 8° 24' O
Desviación Magnética(δ) = 8° 25' O
Variación Anual = 9' O



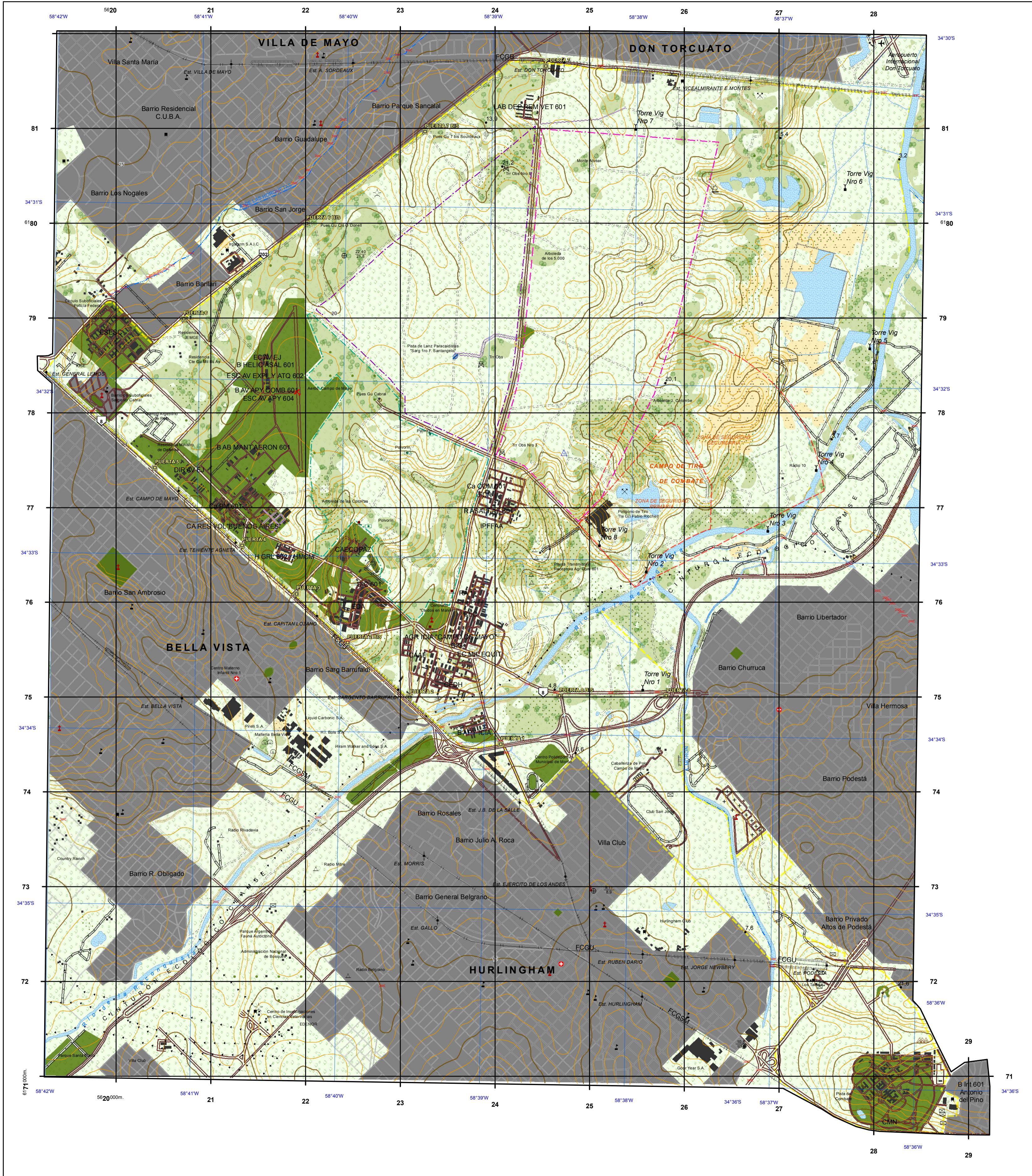
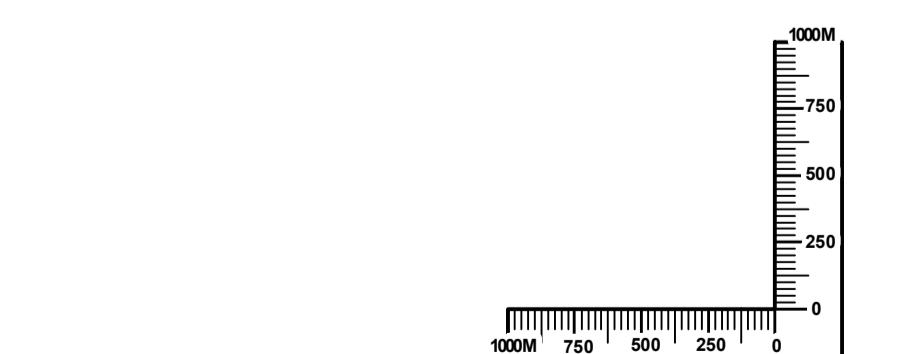
ESTE DOCUMENTO FUE CONFECCIONADO CON FINES DE INSTRUCCIÓN POR LA CENTRAL DE INTELIGENCIA GEOESPECIAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE INTELIGENCIA DEL EJÉRCITO ARGENTINO.
LAS FUENTES EMPLEADAS EN FORMA TOTAL O PARCIAL FUERON TRATADAS PARA SU INTEGRACIÓN EN UNA ÚNICA CARTA DE FORMATO ESPECIAL. LA PRECISIÓN MÉTRICA DE SUS CONTENIDOS NO ESTÁ NECESSARIAMENTE ASOCIADA CON LA ESCALA DE IMPRESIÓN.

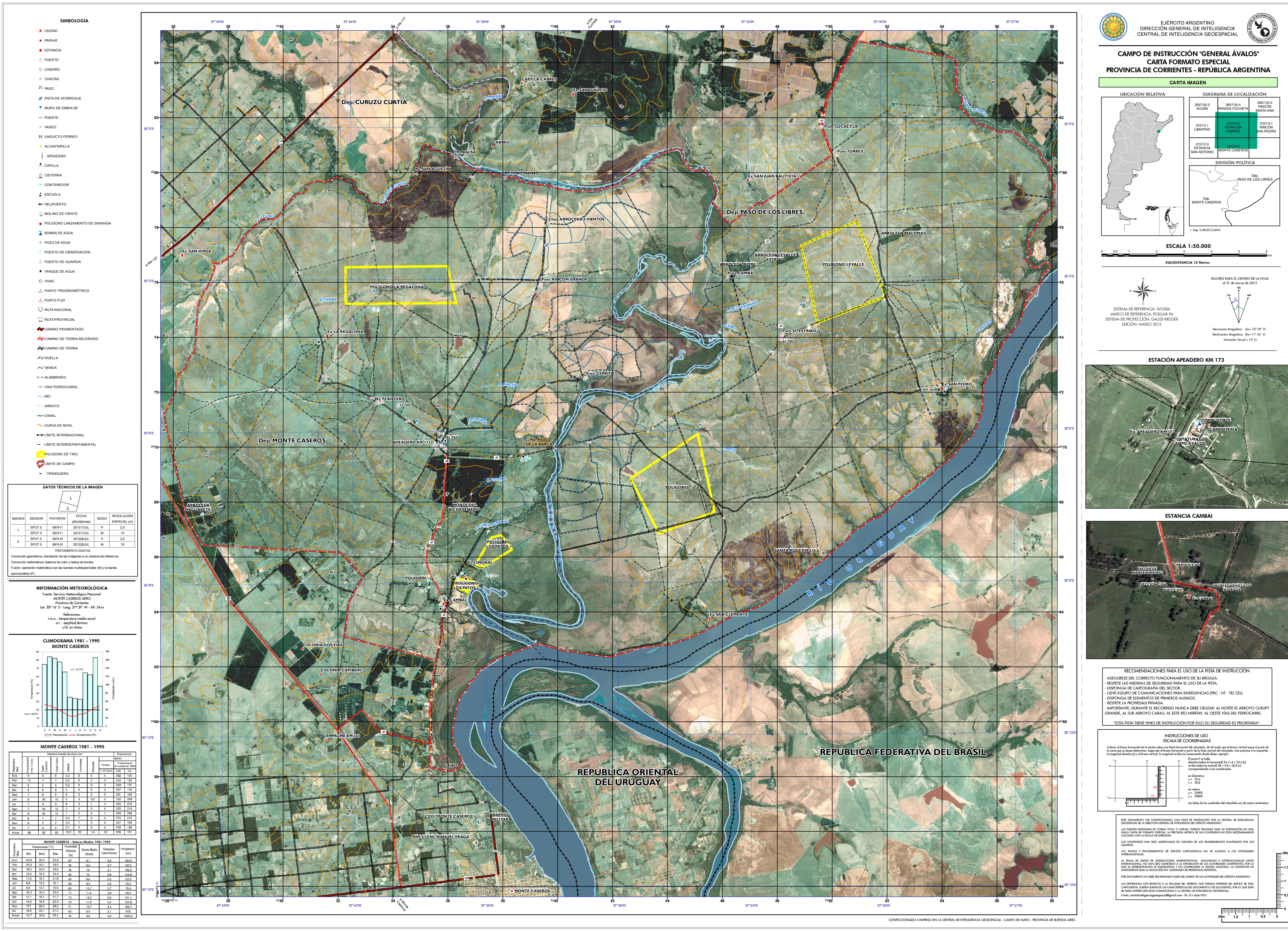
LOS CONTENIDOS HAN SIDO MODIFICADOS EN FUNCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS PLANTEADOS POR LOS USUARIOS.

LAS PAUTAS Y PROCEDIMIENTOS DE EDICIÓN CARTOGRAFICA NO SE AJUSTAN A LOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES.

LA TRAZA DE LÍMITES DE JURISDICCIÓN ADMINISTRATIVAS NACIONALES E INTERNACIONALES (LÍMITE INTERNACIONAL), NO HAN SIDO SOTMETIDAS A LA APROBACIÓN DE LAS AUTORIDADES COMPETENTES, POR LO QUE SU REPRESENTACIÓN ES ESQUEMATICA Y NO COMPROMETE AL ESTADO NACIONAL, NI CONSTITUYE UN ANTecedente PARA LA APLICACIÓN EN CUESTIONES DE DIFERENDOS INTERNOS.

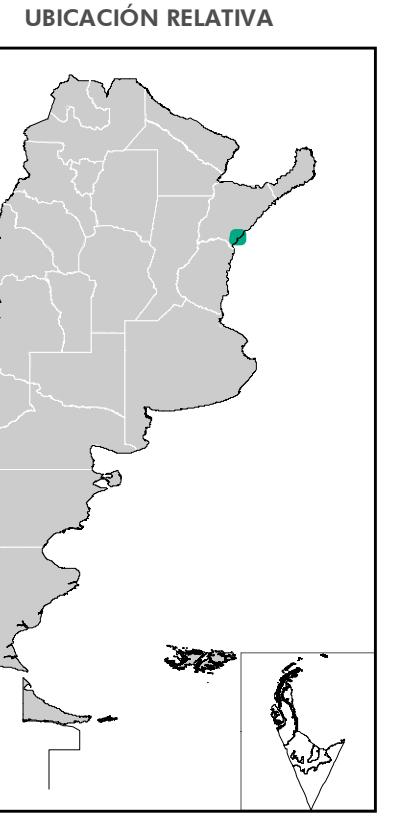
ESTE DOCUMENTO NO DEBE SER EMPLEADO FUERA DEL ÁMBITO DE LAS ACTIVIDADES DEL EJÉRCITO ARGENTINO.
LAS DIFERENCIAS CON RESPECTO A LA REALIDAD DEL TERRENO QUE PUEDAN INFERIRSE DEL USO DE ESTA CARTOGRAFIA, PUEDE SURGIR DE LAS CARACTERISTICAS DEL DOCUMENTO O DE SUS FUENTES, POR LO QUE SERÁ DE SUMO INTERÉS QUE SEAN COMUNICADAS A LA CENTRAL DE INTELIGENCIA GEOESPECIAL.
E-MAIL: centralinteligenciacgeoespecial@gmail.com - TEL: 011-4666-7074







CARTA IMAGEN



DESIGNACIÓN EN ZONA UTM

21 J

DESIGNACIÓN EN ZONA DE 100.000 m²

QN	TH	UH	VH	WH
QM	TG	UG	VG	
QL	TF	UF	VF	



DIVISIÓN POLÍTICA

1 Dep. PASO DE LOS LIBRES

2 Dep. MONTE CASEROS

3 Dep. CURUZÚ CUATÍA

ESCALA 1:50.000

0 0.5 1 2 3 4 5 6 km

EQUIDISTANCIA 10 Metros

VALORES PARA EL CENTRO DE LA HOJA
el 31 de marzo de 2015

NW NE SW SE

Declinación Magnética (dM) = 10° 59' O

Declinación Magnético (dM) = 11° 34' O

Variación Anual = 1' O

EDICIÓN: MARZO 2015

DESIGNACIÓN EN ZONA DE 1.000 METROS

491

REFERENCIA EN 100 METROS

491

1. Leer los números desde el vértice inferior izquierdo hacia la derecha, en centímetros estimados hasta el punto a determinar.

2. Leer los números desde el vértice inferior izquierdo hacia arriba, en centímetros estimados hasta el punto a determinar.

Ejemplo: 491731

491731

DESIGNACIÓN EN ZONA DE 100.000 m²

VG

DESIGNACIÓN ZONA UTM

21J

CUANDO SE DETERMINA CON LA DESIGNACIÓN EN ZONA DE 100.000 m², SE DEBE COLOCAR LAS LETRAS DE LA GRILLA MGRS DONDE SE ENCUENTRA UBICADO EL PUNTO.

Ejemplo: VG491731

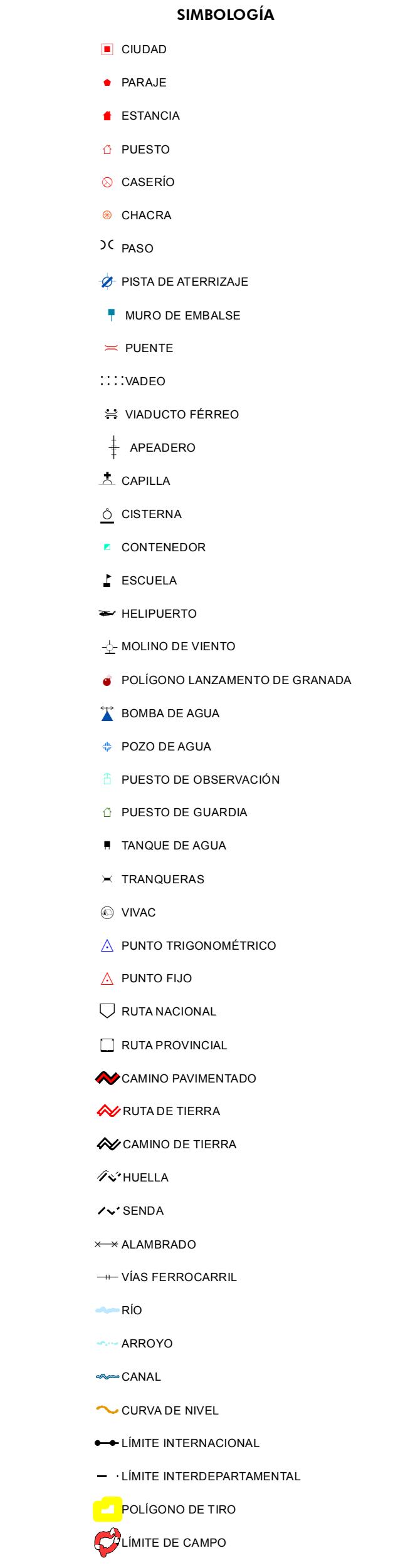
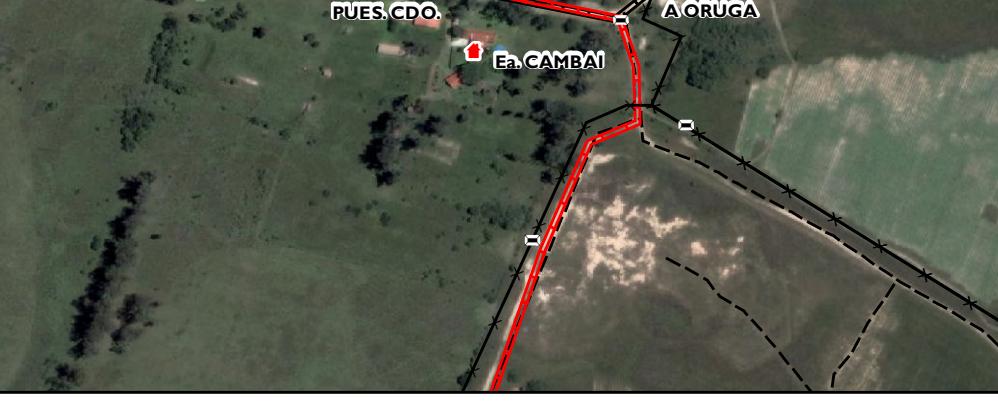
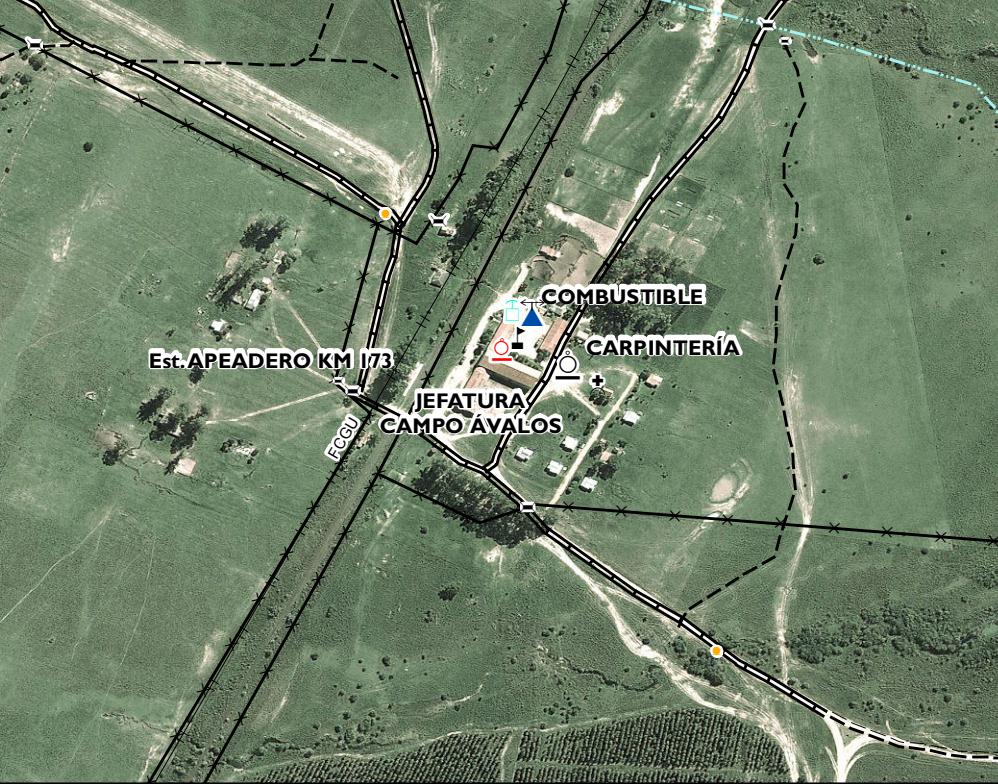
491731

CUANDO SE DETERMINA CON LA ZONA UTM, SE DEBE COLOCAR EL NÚMERO DE HUJO Y LA LETRA DE LA BANDA DONDE SE ENCUENTRA UBICADO EL PUNTO.

Ejemplo: 21JVG491731

21JVG491731

ESTACIÓN APEADERO KM 173



ESTE DOCUMENTO FUE CONFABEADO CON FINES DE INSTRUCCIÓN POR LA CENTRAL DE INTELIGENCIA GEOESPAZIAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE INTELIGENCIA DEL EJÉRCITO ARGENTINO.
LAS FUENTES EMPLEADAS EN FORMA TOTAL O PARCIAL PUEDEN SER UTILIZADAS PARA SU INTEGRACIÓN EN UN DOCUMENTO DE INSTRUCCIÓN. NO SE PUEDE PROPORCIONAR NINGUNA FORMA DE SÓLIDOS CONTENIDOS EN ESTA FICHA SIN PREVIAMENTE ASOCIARLA CON LA ESCALA DE IMPRESIÓN.
LOS CONTENIDOS SON PROPRIEDAD DE LA DIRECCIÓN DE INTELIGENCIA GEOSPAZIAL DEL EJÉRCITO ARGENTINO.

LAS PARTES Y PROCEDIMIENTOS DE EDICIÓN CARTOGRAFICA SE REGULAN A LOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES.

LA TAMAÑO DE UNIDAD DE REFERENCIA NACIONAL Y INTERNACIONAL (UMT) ES 1:50.000. SE PROPORCIONA LA APROXIMACIÓN DE LA ALTITUD CON UNA PRECISIÓN DE 10 METROS. LA REFERENCIA ES ISOMÉTRICA Y NO COMPROMETE AL ESTÁNDAR NACIONAL. NO CONSTITUYE UN LUGAR DE REFERENCIA.

ESTE DOCUMENTO NO DEBE SER FABRICADO FUERA DEL ÁMBITO DE LAS ACTIVIDADES DEL EJÉRCITO ARGENTINO.

LAS DIFERENCIAS CON RESPECTO A LA REFERENCIA DE TIEMPO QUE PUEDE HABERSE DEL ANEXO DE ESTA CARTOGRAFIA, PUEDEN SURGIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL DOCUMENTO DE SUS FUENTES, POR LO QUE SERÁ DE UNO INTERES QUE SEAN CONFERIDAS A LA CENTRAL DE INTELIGENCIA GEOSPAZIAL.

E-mail: centraldeinteligenciageospatial@gmail.com Tel: +54 16 4669-7074

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

MONTE CASEROS AÉRO

Prov. de Corrientes

Lat: 30° 16' S Long: 57° 45' W Alt: 54 m

Referencias:

t.m.s.: temperatura media anual

d.t.: amplitud térmica

s.d.: sin datos

CLIMOGRAFIA 1981 - 1990

MONTE CASEROS

Barómetro (mm)

Temperatura (°C)

Precipitación (mm)

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

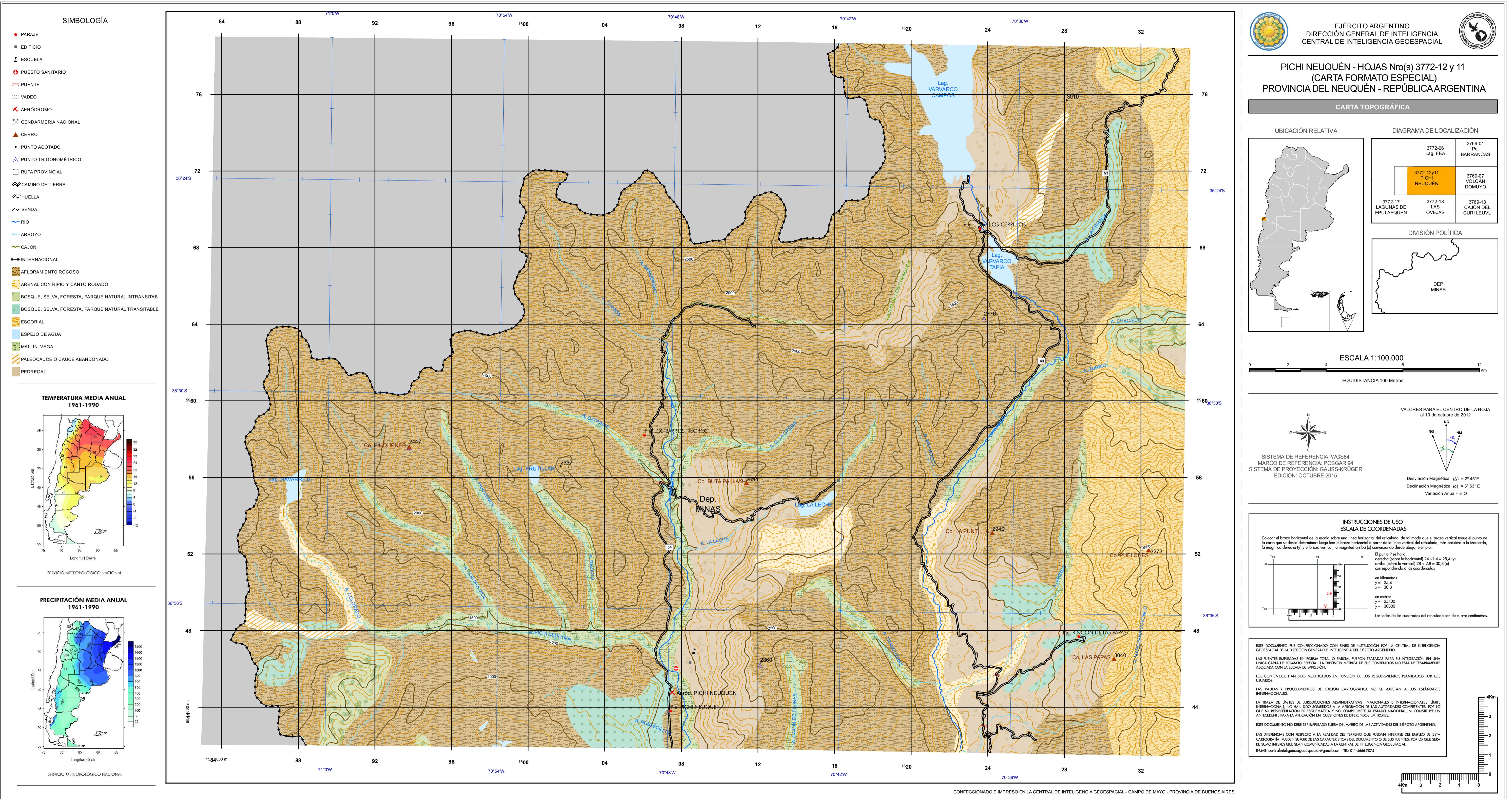
1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.

1m x 10.8% t.m.s.

1m x 10.8% d.t.

1m x 10.8% s.d.



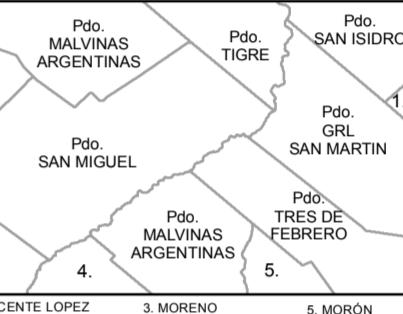


CARTA TOPOGRÁFICA

UBICACIÓN RELATIVA



DIVISIÓN POLÍTICA



DESIGNACIÓN EN ZONA UTM

21 H

DESIGNACIÓN EN ZONA DE 100.000 m²

DIAGRAMA DE LOCALIZACIÓN

QH	TC	UC
QG	TB	UB
QF	TA	VA

ESCALA 1:25.000

EQUIDISTANCIA 5 Metros

N
W
E
S

VALORES PARA EL CENTRO DE LA HOJA
al 14 de octubre de 2015
SISTEMA DE REFERENCIA: WGS84
MARCO DE REFERENCIA: POSGAR 94
SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM
EDICIÓN: OCTUBRE 2015
Desviación Magnética (Δ) = 8° 24' O
Declinación Magnética (Δ) = 8° 25' O
Variación Anual = 9' O

REFERENCIA EN 100 METROS

DESIGNACIÓN EN ZONA DE 1.000 METROS	6174
DESIGNACIÓN EN ZONA DE 100.000 m ²	VG
DESIGNACIÓN ZONA UTM	21J

ESTE DOCUMENTO FUE CONFECCIONADO CON FINES DE INSTRUCCIÓN PARA LA CENTRAL DE INTELIGENCIA GEOESPAZIAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE INTELIGENCIA DEL EJÉRCITO ARGENTINO.
LAS FIGURAS IMPLEASAS EN FORMA TOTAL O PARCIAL FUERON TRATADAS PARA SU INTEGRACIÓN EN UNA MAPA CARTOGRAFICO. NO SE PRECISA MÉTRICA DE SUS CONTENIDOS NO ESTÁ NECESARIAMENTE ASOCIADA CON LA ESCALA DE IMPRESIÓN.
LOS CONTENIDOS HAN SIDO MODIFICADOS EN FUNCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS PLANTEADOS POR LOS USUARIOS.
LAS RUTAS Y PROCEDIMIENTOS DE EDICIÓN CARTOGRAFICA NO SE AJUSTAN A LOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES.
LA TRAZA DE LÍMITES DE JURISDICCIÓNES ADMINISTRATIVAS NACIONALES E INTERNACIONALES (LÍMITE INTERNACIONAL) NO HAN SIDO SOMETIDOS A LA APROBACIÓN DE LAS AUTORIDADES COMPETENTES, POR LO QUE SU REPRESENTACIÓN ES ESQUEMATICA Y NO COMPROBATE AL ESTADO NACIONAL, NI CONSTITUYE UN ANTecedente PARA LA APLICACIÓN EN CUESTIONES DE DETERMINADOS INTERESES.
ESTE DOCUMENTO NO DEBE SER EMPLEADO FUERA DEL ÁMBITO DE LAS ACTIVIDADES DEL EJÉRCITO ARGENTINO.
LAS DIFERENCIAS CON RESPECTO A LA REALIDAD DEL TERRENO QUE PUEDE DERIVAR DEL EMPLEO DE ESTA CARTOGRAFIA PUEDEN SURGIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL DOCUMENTO Y DE SUS FUENTES, POR LO QUE SERÁ DE SUMO INTERÉS QUE SEAN COMUNICADAS A LA CENTRAL DE INTELIGENCIA GEOSPAZIAL.
EMAIL: centralinteligenciageoespacial@gmail.com - TEL: 011-4666-7074

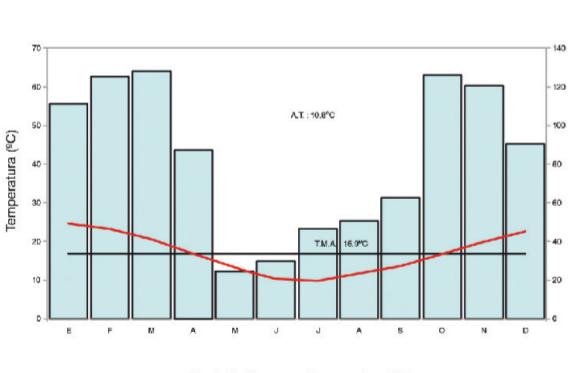
SIMBOLÍA	
♦ AEROPUERTO	
△ ANTENA TRANSMISORA-RECEPTORA	
+ CEMENTERIO	
■ EDIFICIO	
□ POLVORÍN	
▲ ESCUELA	
▣ GALPÓN	
✖ GENDARMERÍA NACIONAL	
▨ HORNO DE LADRILLO	
● HOSPITAL	
† IGLESIA	
— MOLINO A VIENTO CON TANQUE ELEVADO	
— MOLINO A VIENTO Y TANQUE AUSTRALIANO	
■ MONUMENTO	
— PUENTE	
○ SILO	
■ TANQUE ELEVADO	
△ TINGLADO	
☒ TORRE DE OBSERVACIÓN	
⊕ MARCA ALTIMÉTRICA	
△ PUNTO TRIGONOMÉTRICO	
● PUNTO ACOTADO	
□ ACCESO	
▼ TORRE DE VIGILANCIA	
✖ AERÓDROMO	
— HELIPUERTO	
♦ ESTACIÓN FFCC	
— LÍNEA DE ALTA TENSIÓN	
— ZONA DE SEGURIDAD	
■ BARRA O BARRANCA	
— LÍMITE SECTOR DE INSTRUCCIÓN Nro 2	
— LÍMITE SECTOR DE INSTRUCCIÓN Nro 3	
— LÍMITE SECTOR DE INSTRUCCIÓN Nro 8	
— DUCTOS	
— CURVA PRINCIPAL	
— CURVA SECUNDARIA	
— AZEQUIA O ZANJÓN	
— ARROYO	
— CAMINO PAVIMENTADO	
— CAMINO CONSOLIDADO	
— CALLES EN EJIDO URBANO	
— CAMINO DE TIERRA	
— HUELLA O SENDA	
— VIAS FFCC	
— LÍMITE DE CAMPO DE MAYO	
— EJIDO URBANO	
— CUERPO DE AGUA	
— AREA VERDE	
— ARBOLEDA	
— SUELO DESNUDO	

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional
Estación Meteorológica El Palomar Aero
Provincia de Buenos Aires
Lat: 34° 36' S - Long: 58° 36' W - Alt: 12m

Referencias:
I.m.a.: Temperatura media anual
d.t.: Temperatura térmica
v.d.: sin datos

CLIMOGRAMA 1981 - 1990 EL PALOMAR AERO



EL PALOMAR AERO 1981 - 1990

Mes	Número medio de días con:	Precipitación (mm)			Frecuencia Viento
		Caída Continua	Caída Interm.	Nublado	
Ene	8,0	7,0	9,0	0,8	7,0
Feb	8,0	6,0	10,0	0,6	8,0
Mar	8,0	8,0	11,0	2,0	4,0
Abr	8,0	8,0	10,0	5,0	4,0
May	6,0	9,0	9,0	5,0	3,0
Jun	6,0	12,0	12,0	5,0	2,0
Jul	6,0	12,0	8,0	6,0	2,0
Ago	7,0	11,0	9,0	4,0	3,0
Sep	6,0	9,0	9,0	2,0	1,0
Oct	9,0	9,0	9,0	2,0	6,0
Nov	9,0	9,0	9,0	1,0	6,0
Dic	8,0	10,0	8,0	0,8	5,0
Anual	98,0	107,0	108,0	35,7	50,0

Mes	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Viento Medio (Km/h)	Nubosidad (%)	Precipitación (mm)	
					Min	Med
Ene	24,6	69,0	15,5	9,8	111,2	
Feb	23,3	28,6	14,0	3,4	124,7	
Mar	20,6	20,2	12,0	3,6	172,0	
Abr	16,8	16,8	22,4	11,1	87,3	
Mai	14,8	14,8	22,4	11,1	47,4	
Jun	10,1	15,6	20,0	11,4	24,6	
Jul	9,9	14,9	29,0	12,7	44,6	46,5
Ago	6,7	11,9	27,0	13,7	4,2	60,1
Sep	7,8	13,6	26,0	16,0	4,0	62,7
Oct	8,8	22,2	20,0	15,4	4,0	125,5
Nov	14,3	19,6	20,0	15,3	0,0	50,0
Dic	16,8	22,4	28,1	14,0	9,8	90,4
Anual	11,5	16,9	22,5	13,6	4,0	1060,2

RECTIFICACIONES

Rect Nro	Fecha Día Mes Año	BM	Pag	Nro	Forma en que se incluirá en el Reglamento.
