CALCULADOR DE ESTIMAS

Por el Teniente coronel VENTO

DESCRIPCION

El calculador de estimas se compone esencialmente de dos partes principales, formando un solo conjunto: *círculo graduado,* destinado a medir direcciones, y *regla de estimas,* cuyo objeto es conocer y medir distancias recorridas, determinándose consecuentemente con ambos el "punto estimado".

Más adelante, en la exposición del empleo de este *calculador,* veremos se resuelve también con él el problema de la corrección del rumbo, bastando, por tanto, este aparato y un derivómetro para navegar a la estima.

El círculo graduado, interrumpido por un sector en su unión con la regla, está dividido de grado en grado, de derecha a izquierda, desde el 0 grados en un extremo de dicho sector, junto al borde biselado de la regla, hasta los 310 grados, en el otro extremo del sector interrumpido.

Sirve para hacer con él mediciones angulares, y particularmente para llevar al mapa, o medir en él, la dirección en que se navega o el rumbo por el que será preciso navegar para trasladarse de un punto a otro de la superficie de la tierra.

En el primer caso, para llevar al mapa la dirección en que se navega, se hacen coincidir el centro del círculo con el punto del mapa correspondiente al de partida u origen de la estima, y la graduación del círculo correspondiente a aquella dirección con la del Norte geográfico, dándonos el borde biselado de la regla la dirección que deseamos determinar en el mapa.

Cuando, por el contrario, queremos conocer el rumbo en que será preciso navegar para trasladarse de un lugar a otro de la superficie de la tierra, se hacen coincidir el centro del círculo graduado con el punto del mapa correspondiente al primer lugar, y el borde biselado de la regla con la recta o dirección que le une al otro, y la graduación del círculo que quede en coincidencia con la dirección del Norte geográfico nos dará el rumbo que buscamos.

Para poder medir este ángulo cuando el sector interrumpido caiga sobre el meridiano en la dirección del Norte geográfico, lo que no permitiría efectuar la lectura, lleva el círculo graduado, entre los 140 y 180 grados, otras graduaciones, desde 320 a 360 grados, inmediatamente debajo de aquéllas, haciéndose entonces la lectura sobre el meridiano en la dirección del Sur geográfico.

El círculo, en su unión con el borde biselado de la regla, lleva vaciado un radio en un milímetro de ancho, al objeto de efectuar coincidencias, lecturas, alineaciones y trazar rectas y puntos.

La regla de estimas consta: de escala milimetrada en su borde biselado, destinada a medir distancias en el mapa, y de *regla de estimas* propiamente dicha. Las lecturas que se hagan en el mapa con esta escala se expresarán generalmente en milímetros, por haberse elegido éstos como unidad del mapa correspondiente al kilómetro en el terreno.

La *regla de estimas* propiamente dicha se compone de dos franjas horizontales graduadas, entre las que se desliza o juega una regleta móvil. Para distinguir las franjas una de otra, las llamaremos superior e inferior, quedando la primera encima de la regleta móvil y la segunda por debajo. La franja superior lleva, de izquierda a derecha, dos series de graduaciones, tituladas "Escalas" y "Velocidades".

La primera corresponde, como su nombre indica, a las escalas de los mapas, y lleva graduaciones numeradas: 1:100.000, 1:200.000, 1:300.000, 1:400.000, 1:500.000, 1 : 600.000, 1 : 800.000 y 1 : 1.000.000, y graduaciones intermedias, las cuales van sin numerar para evitar confusiones, pero que se deduce con facilidad a qué escalas corresponden.

Si el mapa empleado estuviese a escalas 1 : 1.500.000, 1 : 20.000, etc., se haría uso, respectivamente, de las graduaciones 1 : 150.000, 1 : 200.000, etc., cuidando después multiplicar por diez el resultado.

Por el contrario, si el mapa estuviera a escalas 1 : 15.000, 1 : 20.000, 1 : 50.000, etc., se utilizarían, respectivamente, las graduaciones 1 : 150.000, 1 : 200.000, 1 : 500.000, etc., cuidando después dividir por diez el resultado.

La otra serie de graduaciones del 100 al 1.000, de la franja superior, numeradas de 50 en 50 del 100 al 300 y de 100 en 100 del 300 al 1.000, corresponde, como se ha dicho y su nombre indica, a "Velocidades" en kilómetros por hora, y van graduadas de cinco en cinco kilómetros del 100 al 300 y de diez en diez del 300 al 1.000.

En el espacio que separa ambas series de graduaciones de la franja superior van intercaladas dos graduaciones con iniciales respectivas MM, de millas marinas, y MT, de millas terrestres (1.609 metros). Una tercera graduación, con la abreviatura KM, de kilómetro, lleva la franja superior entre las graduaciones 130 y 135 de "Velocidades". Sirven estas tres graduaciones para convertir rápida y fácilmente unidades de una en unidades de las otras.

La franja inferior lleva también, de izquierda a derecha, una a continuación de otra, separadas por una graduación mayor que las demás, marcada con un cero, dos series de graduaciones, tituladas, respectivamente, "Latitudes" y "1° del ecuador en la carta Mercator".

La primera de estas dos series, esto es, la denominada de "Latitudes", es sencillamente una escala de cosenos de 87 grados a 0 grados, y de senos de 3 grados a 90 grados, llevando, además, para los senos cuatro graduaciones intermedias, numeradas en sentido horizontal para evitar confusiones, correspondientes a 1°, 1° 30′, 2° y 2° 30′.

Va graduada esta escala de medio en medio grado del 87° al 70°, de grado en grado del 70° al 20°, de dos en dos grados del 20° al 10°, pasando en una sola graduación del 10° al 0°, por ser muy pequeña la diferencia de los cosenos de estos dos ángulos.

Destinada esta serie de graduaciones a medir distancias a las distintas latitudes de la carta Mercator, es por lo que la hemos denominado de "Latitudes".

La segunda serie de graduaciones de la franja inferior corresponde, como su título indica, a la representación en la carta Mercator del desarrollo del arco de un grado del ecuador terrestre. Las graduaciones de esta escala van numeradas de izquierda a derecha desde el 120 al 1.100, y expresan los milímetros en que está representado en la carta Mercator el desarrollo del arco indicado.

Esta numeración no corresponde, como se ve, a la escala o relación entre su representación en la carta y el desarrollo real de dicho arco del ecuador terrestre, pues por ser variable la escala de las cartas construidas en esta proyección, no la llevan indicada; pero con nuestra *regla de estimas* podremos conocer, si se desea, la escala en el ecuador, dándosenos en la forma que más adelante expondremos.

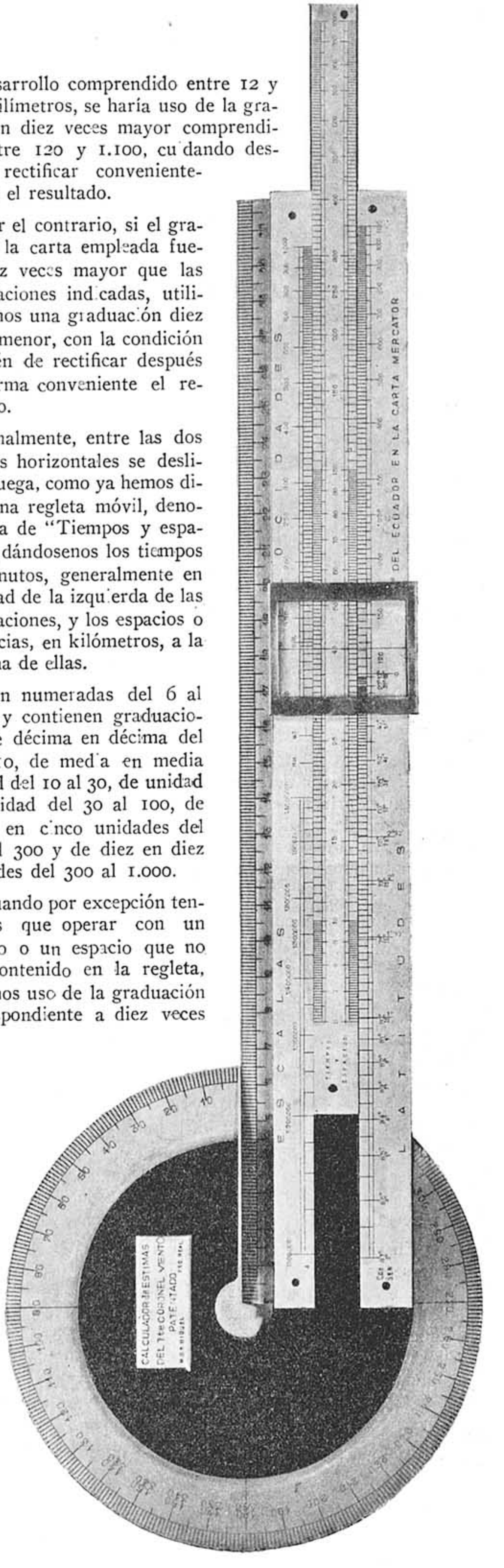
Si el grado de la carta Mercator que se emplee tuviera un desarrollo comprendido entre 12 y 110 milímetros, se haría uso de la graduación diez veces mayor comprendida entre 120 y 1.100, cuidando después rectificar convenientemente el resultado.

Por el contrario, si el grado de la carta empleada fuese diez veces mayor que las graduaciones indicadas, utilizaríamos una graduación diez veces menor, con la condición también de rectificar después en forma conveniente el resultado.

Finalmente, entre las dos franjas horizontales se desliza o juega, como ya hemos dicho, una regleta móvil, denominada de "Tiempos y espacios", dándosenos los tiempos en minutos, generalmente en la mitad de la izquierda de las graduaciones, y los espacios o distancias, en kilómetros, a la derecha de ellas.

Van numeradas del 6 al 1.000 y contienen graduaciones de décima en décima del 6 al 10, de media en media unidad del 10 al 30, de unidad en unidad del 30 al 100, de cinco en cinco unidades del 100 al 300 y de diez en diez unidades del 300 al 1.000.

Cuando por excepción tengamos que operar con un tiempo o un espacio que no esté contenido en la regleta, haremos uso de la graduación correspondiente a diez veces



mayor o menor, cuidando después rectificar convenientemente el resultado.

Por último, para facilitar las lecturas y la coincidencia de graduaciones, lleva la regla un cursor con su correspondiente línea de fe, el cual se desliza suavemente a lo largo de la regla entre unas canales que lleva al efecto.

EMPLEO DEL CALCULADOR

El *calculador* que acabamos de describir resuelve los problemas siguientes:

Primer problema.

a) Hallar la distancia que existe entre dos puntos de la superficie de la tierra dados en un mapa en que las distancias se conservan (1).

Con la escala milimetrada de la regla se mide en el mapa la distancia que separa a dichos puntos, expresándola en milímetros. Se mueve entonces la regleta haciendo coincidir la graduación de ésta, correspondiente a los milímetros medidos, con la división 1 : 1.000.000 de "Escalas", y la graduación de la regleta que quede frente a la división correspondiente a la escala en que esté construído el mapa empleado, nos dará en kilómetros la distancia que se quiere determinar.

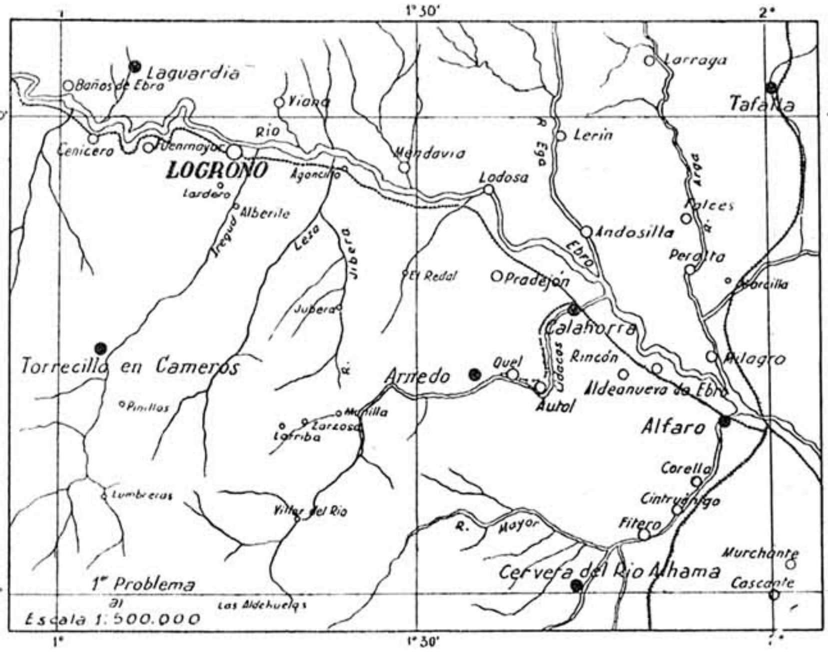
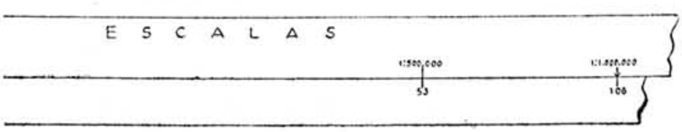


LÁMINA I.

Ejemplo: Los puntos son Agoncillo y Alfaro, y el mapa dado, el 1 : 500.000. (Ver lámina I.)

Se mide, como se ha dicho, con el borde milimetrado de la regla, la distancia que separa a estos puntos en el mapa, viendo hay 106 milímetros. Se corre entonces la regleta de "Tiempos y espacios" hasta que la graduación 106 de ella quede frente a la 1 : 1.000.000 de "Escalas", y la división 53 de dicha regleta que resulta en coincidencia con la 1 : 500.000 (escala del mapa empleado), nos da en kilómetros la distancia que buscamos.

El gráfico que incluímos a continuación completa la explicación dada e incluso permite formarse mejor y más fácil idea del modo de operar.



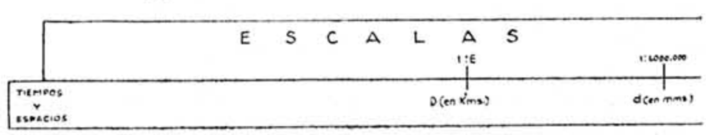
Si fuera 10,6 milímetros los medidos en el mapa, como al poner en coincidencia esta graduación de la regleta con la 1 : 1.000.000, la división 1 : 500.000 quedaría fuera de la parte graduada de la regleta y no tendría división alguna de ésta enfrente, se opera entonces como si fuesen 106 los milímetros medidos, cuidando después dividir por 10 el resultado. Como hallamos entonces 53 para valor de éste, tendremos 5,3 kilómetros para el de la distancia interesada.

Por el contrario, si fuesen 1.060 los milímetros medidos en el mapa, se operaría con el 106, cuidando después multiplicar por 10 el resultado; esto es, sería en tal caso 530 kilómetros la distancia a determinar.

(1) Para hallar el rumbo geográfico se emplea el Círculo Graduado en la forma expuesta en su descripción.

El gráfico que presentamos a continuación indica en general la manera de proceder en este caso.

b) Hallar la distancia que existe entre dos puntos de la superficie de la tierra, dados en un mapa en proyección Mercator (1).



Con la escala milimetrada de la regla se mide en el mapa la distancia que la separa, expresando la medida en milímetros, la cual será, como sabemos, una distancia aumentada. Se desliza entonces la regleta, haciendo coincidir la división de ella, correspondiente a los milímetros medidos, con la graduación de la escala "1° del ecuador de la carta Mercator", correspondiente a los milímetros en que esté representado el grado del ecuador en el mapa dado, y la división de la regleta que resulte en coincidencia con la graduación de cosenos de la escala de "Latitudes", correspondiente a la latitud media entre los dos puntos dados, nos dará en kilómetros la distancia interesada.

Si nos precisara conocer la distancia reducida, se pone la graduación de la regleta correspondiente a la distancia aumentada, en coincidencia con el O de la escala de cosenos, y la graduación de la regleta que resulte frente a la latitud media nos dará la distancia reducida que buscamos.

Para determinar la escala en el ecuador de la carta dada en proyección Mercator, se desliza la regleta, haciendo coincidir la graduación 1.000 de ella con la división de la escala "1° del ecuador en la carta Mercator", correspondiente a los milímetros en que esté representado el grado en el ecuador de la carta o mapa dado, y la graduación de dicha regleta que quede en coincidencia con la división O de separación de las dos escalas de la franja inferior, nos pro-

(1) Para hallar el rumbo geográfico se hace uso del Círculo Graduado en la forma expuesta en su descripción.

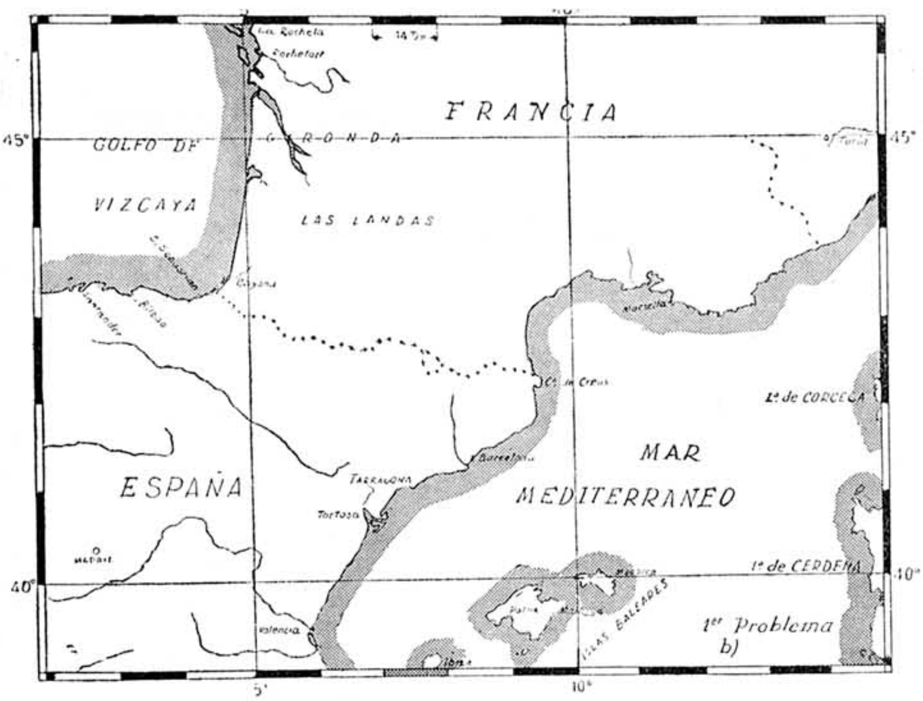
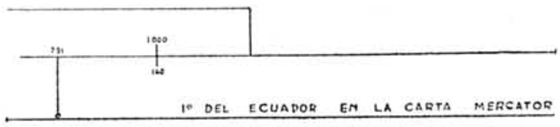


LÁMINA II.

obraremos como se ha expuesto precedentemente: deslizando la regleta y haciendo coincidir la graduación 1.000 de ella con la 140 (1) de la escala "1° del ecuador en la carta Mercator", y la graduación 791 multiplicada por 10, o sea 7.910 de dicha regleta, que queda frente a la división O de separación de las escalas de la franja inferior, nos da los millares del denominador de la escala que buscamos, siendo ésta, por tanto, 1 : 7.910.000.

Incluímos seguidamente también el esquema complementario.

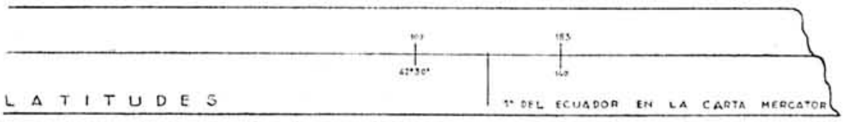


porciona los millares del denominador de la escala que se busca.

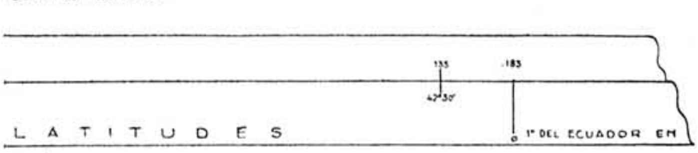
Ejemplo: Los puntos dados, Madrid y Turín, y el mapa a emplear, el construído en proyección Mercator, en que el grado tiene 14 milímetros en el ecuador. (Ver lámina II.)

Se mide en este mapa, con la escala milimetrada, la distancia entre dichos dos puntos, viendo hay 183 milímetros. Se corre después la regleta hasta hacer coincidir la división 183 de ella con la 140 (1) de la escala "1° del ecuador en la carta Mercator", y la graduación 107 multiplicada por 10, esto es, 1.070, que resulta en coincidencia con la división 42° 30′ (latitud media entre Madrid y Turín), nos da en kilómetros la distancia interesada.

A continuación insertamos el esquema explicativo del ejemplo expuesto.



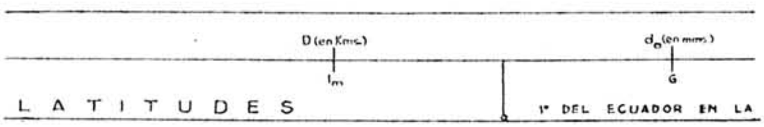
Si ahora se corre la regleta y se pone en coincidencia, como indica el gráfico siguiente, la graduación 183 de aquélla con la O de la escala de cosenos, la división 135 de dicha regleta, que queda frente a la graduación 42° 30′ de cosenos, nos da en milímetros la distancia reducida, o lo que es lo mismo, la verdadera representación en el mapa empleado de la distancia entre Madrid y Turín, si la escala no aumentase con la latitud.



Para hallar la escala en el ecuador de la carta empleada,

(1) Como no existe la división 14 (dimensión del grado en el ecuador de la carta que empleamos), hacemos uso de la 140, es decir, correspondiente a una escala de denominador diez veces menor, por lo que habremos de multiplicar por 10 el resultado.

En general, la manera de operar en este caso *b)* del *primer problema*, queda indicada en el gráfico siguiente:



Segundo problema.

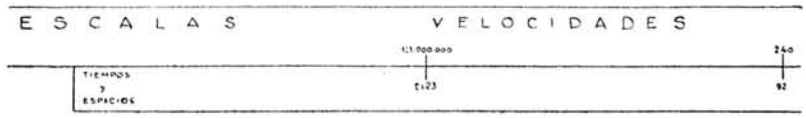
Determinar las funciones *t*, *v* ó *e* del movimiento uniforme ligadas por la relación $e = v \cdot t$.

a) Hallar *t*.

En recorrer 92 kilómetros, ¿qué tiempo invertirá o habrá invertido un avión que navega a 240 kilómetros por hora?

Se hace coincidir la graduación 92 de la regleta con la división 240 de "Velocidades", y la división 23, que queda frente a la graduación 1 : 1.000.000, son los minutos interesados.

Incluímos a continuación el gráfico explicativo.



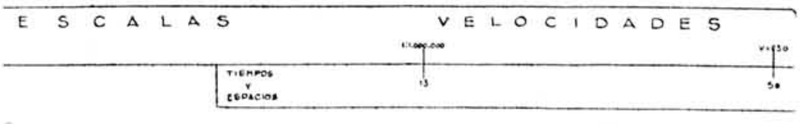
b) Hallar *v*.

Los 50 kilómetros que separan dos lugares de la superficie de la tierra se han recorrido, o precisamos recorrerlos, en trece minutos. ¿A qué velocidad hemos navegado o habremos de navegar?

Se pone en coincidencia el 13 de la regleta con la graduación 1 : 1.000.000, y la división 230 de "Velocidades" que queda frente a la graduación 50 de la regleta, nos da la solución que buscamos.

(1) Por no contar con la graduación 14, hacemos uso de la 140, como se dijo anteriormente en nota, siendo igualmente preciso multiplicar por 10 el resultado.

A continuación se inserta el esquema correspondiente.

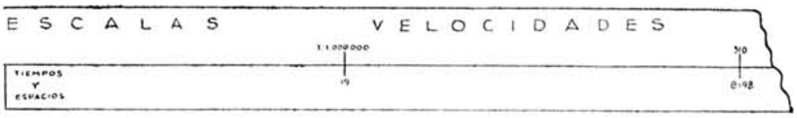


c) Hallar *e*.

Un avión que hace de crucero 310 kilómetros por hora, ¿qué distancia recorrerá o habrá recorrido navegando por espacio de diecinueve minutos a esa velocidad?

Se hace coincidir el 19 de la regleta con la graduación 1 : 1.000.000 de "Escalas", y la división 98 de dicha regleta que queda frente a la graduación 310 de "Velocidades" es la distancia que buscamos, expresada en kilómetros.

De igual modo presentamos el esquema aclaratorio.



Tercer problema.

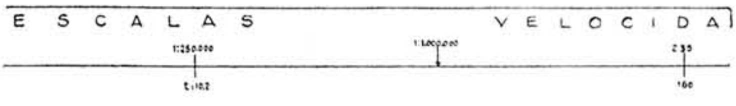
Determinar las funciones *t, v* ó *e* del movimiento uniforme ligadas por la relación $e = v \cdot t$, cuando el espacio viene dado por dos puntos del mapa (1) o ha de llevarse a él.

a) Hallar *t*.

En recorrer la distancia entre Salamanca y el aerodromo de Tablada (Sevilla), dados en un mapa a escalas 1 : 2.500.000, ¿qué tiempo invertirá o habrá invertido un avión que navega a 235 kilómetros por hora? (Ver lámina III.)

Con la escala milimetrada de la regla se mide en el mapa la distancia que separa a ambos puntos, viendo hay 160 milímetros. Se desliza entonces la regleta hasta que la graduación 160 de ella quede en coincidencia con la 235 de "Velocidades", y la lectura que se haga en la regleta frente a la división 1 : 250.000 de "Escalas" (por no existir la graduación 1 : 2.500.000, escala del mapa dado, se hace uso de la 1 : 250.000, por lo que habremos de multiplicar por 10 el resultado, esto es, 102) nos da en minutos el tiempo que deseamos determinar, o sea 1 hora 42 minutos.

El gráfico siguiente completa lo explicado acerca del modo de operar.

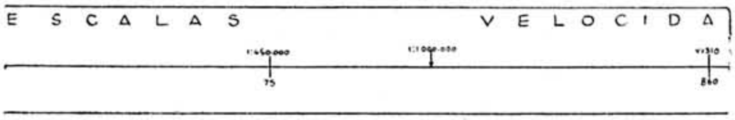


b) Hallar *v*.

La distancia que separa Madrid de Sevilla, dados en un mapa cuya escala es 1 : 4.500.000, se ha recorrido, o deseamos recorrerla, en 75 minutos. ¿A qué velocidad hemos navegado o habremos de navegar? (Ver lámina IV.)

Se mide en el mapa, con la escala milimetrada de la regleta, la distancia que hay entre dichos dos puntos, viendo existen 86 milímetros. Se corre entonces la regleta hasta que coincida la graduación 75 de ella con la 1 : 450.000, y frente a la división 860 (1) de la regleta se hace la lectura 310 en "Velocidades", solución que nos interesa.

A continuación se incluye el esquema complementario de lo expuesto.



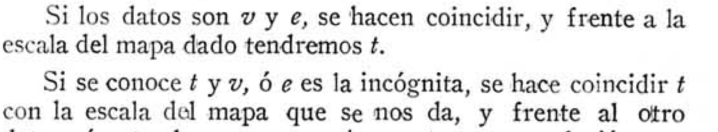
PROBLEMA FUNDAMENTAL DE LA NAVEGACION AEREA A LA ESTIMA

c) Hallar *e*.

Un avión que hace de crucero 265 kilómetros por hora y navega a los 215 grados de rumbo geográfico, hace veintidós minutos que salió, o pasó por la vertical, de Toledo. ¿Sobre qué punto estimamos se halla volando? Señalarlo en el mapa a escala 1 : 400.000. (Ver lámina V.)

Se hace coincidir la graduación 22 de la regleta con la división de "Escalas" 1 : 400.000, y la graduación 243 de dicha regleta, que resulta frente a la 265 de "Velocidades", nos da los milímetros que habrá de llevarse a partir de Toledo en el rumbo 215° geográfico (2), viéndose que el punto estimado se encuentra sobre el Guadiana, poco antes de Puebla de Don Rodrigo.

Se completa la explicación precedente con el gráfico siguiente:



Finalmente, el esquema que se inserta a continuación encierra y explica la resolución de este *problema* en los tres casos *a), b)* y *c)*, según sea la incógnita, el tiempo, la velocidad o el espacio, respectivamente.

Si los datos son *v* y *e*, se hacen coincidir, y frente a la escala del mapa dado tendremos *t*.

Si se conoce *t* y *v*, ó *e* es la incógnita, se hace coincidir *t* con la escala del mapa que se nos da, y frente al otro dato *e* ó *v* tendremos, respectivamente, *v* o *e*, solución que buscamos.

Cuarto problema.

Determinar las funciones *t, v* ó *e* del movimiento uniforme ligadas por la relación $e = v \cdot t$ cuando el espacio

(1) Se supone que el mapa conserva las distancias.

(1) De la graduación 86, en la forma que queda la regleta en este ejemplo, no podemos hacer uso, por lo que será preciso corregir el resultado dividiéndolo por 10, corrección que se compensa con la que es necesario hacer, multiplicándolo por 10, por emplear la escala 1 : 450.000 en vez de la 1 : 4.500.000.

(2) Para llevar al mapa esta dirección se emplea el Círculo Graduado, tal como se ha expuesto en la descripción del mismo.

viene dado por dos puntos del mapa en proyección Mercator, o ha de llevarse a él.

a) Hallar *t*.

En recorrer la distancia entre Melilla y Palma de Mallorca, dados en un mapa Mercator en el que el grado en el ecuador está representado por 38 milímetros, ¿qué tiempo invertirá, o habrá invertido, un avión que navega a 260 kilómetros por hora? (Ver lámina VI.)

Se procede como se ha dicho en el caso *b)* del primer problema, dándonos los 298 milímetros medidos en el mapa, para latitud media de 37° 30′, una distancia de 690 kilómetros sobre la superficie de la tierra.

Una vez conocida esta distancia y la velocidad, 260 kilómetros por hora, se opera como se ha indicado en el caso *a)* del segundo problema, obteniéndose 160 minutos ó 2 horas 40 minutos, para valor del tiempo que deseamos determinar.

Si interesara conocer la distancia reducida, se procede como se ha expuesto oportunamente, encontrándose para valor de la misma 236 milímetros.

La escala en el ecuador de la carta empleada se halla, cuando se desea determinar, operando como precedentemente se dejó indicado, obteniéndose en este caso para valor de la misma 1 : 2.920.000.

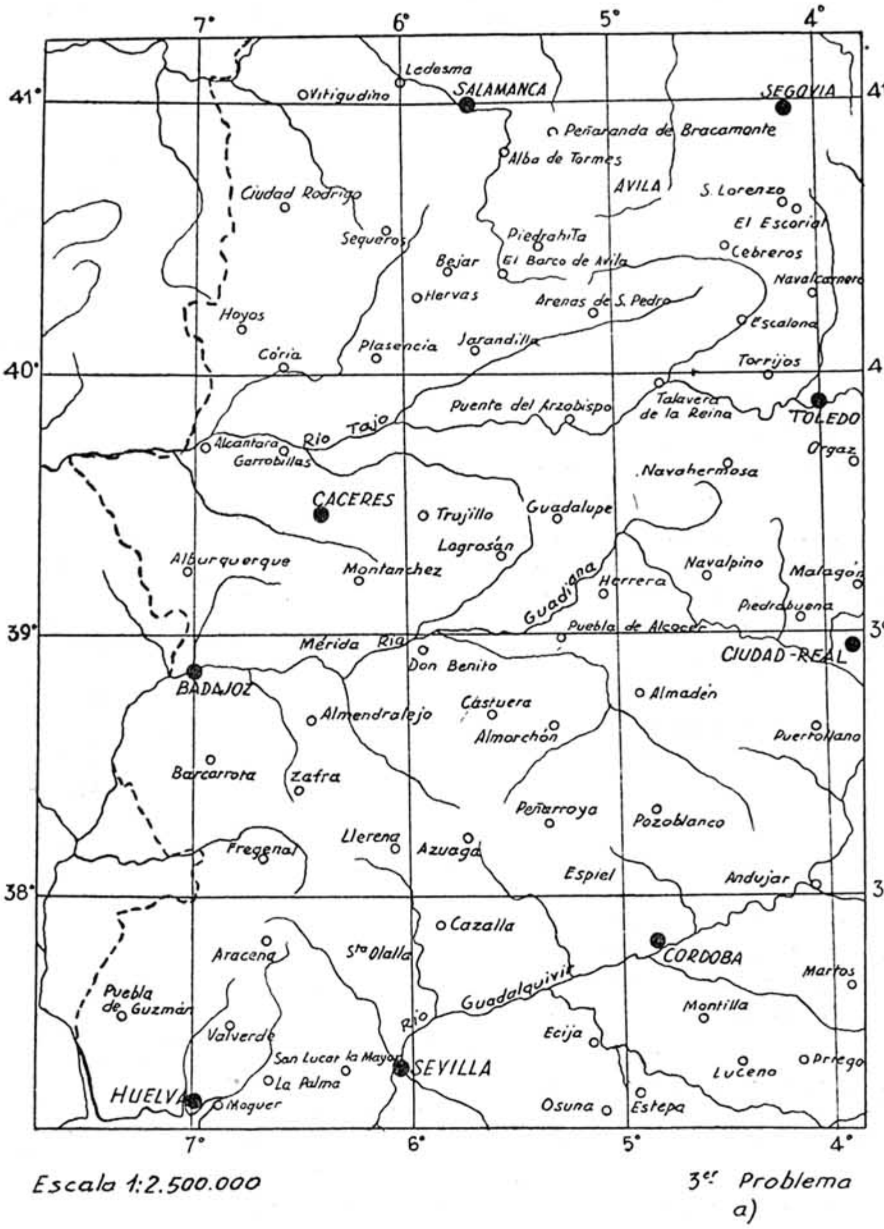
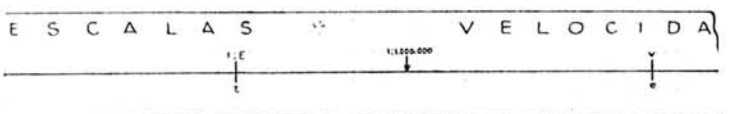


LÁMINA III. →

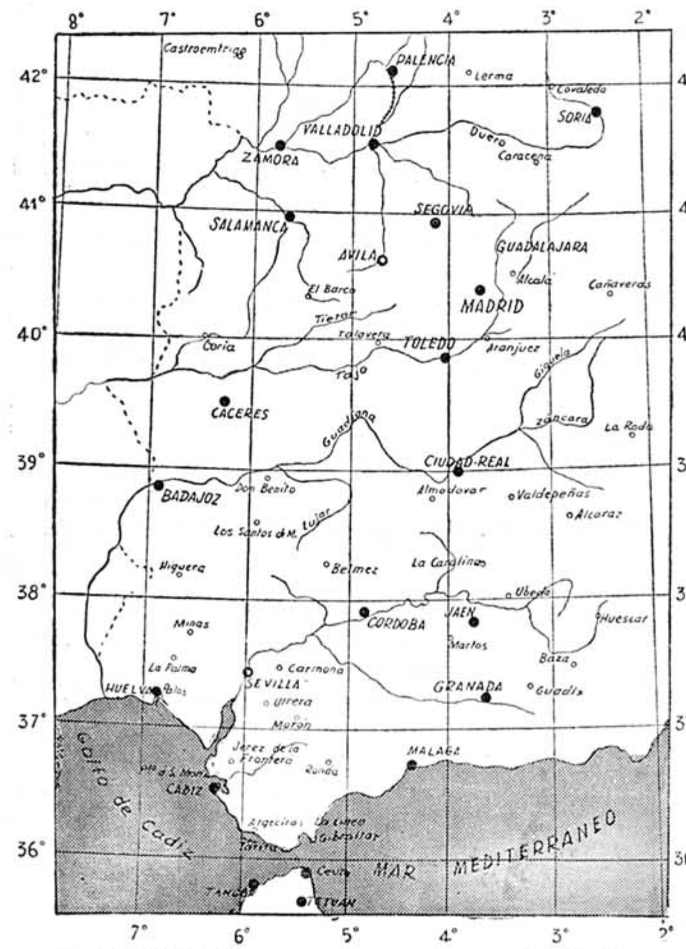


b) Hallar *v*.

La distancia que separa Madrid de Valencia, dados en un mapa en proyección Mercator en que el grado en el ecuador está representado por 62 milímetros, se ha recorrido, o deseamos recorrerla, en 1 hora 15 minutos. ¿A qué velocidad hemos navegado o habremos de navegar? (Ver lámina VII.)

Operando como se ha explicado en el caso *b)* del *primer problema*, los 219 milímetros medidos en el mapa entre los puntos indicados nos darán, para latitud media de 40 grados, una distancia en el terreno de 300 kilómetros. Conocida ésta y el tiempo, 1 hora 15 minutos, ó 75 minutos, se procede como se ha dicho para el caso *b)* del *segundo problema*, dándonos 240 kilómetros para valor de la velocidad que deseamos determinar.

La distancia reducida, en este caso, tiene por valor 168 milímetros, y la escala en el ecuador del mapa empleado, 1 : 1.790.000.



← LÁMINA IV.

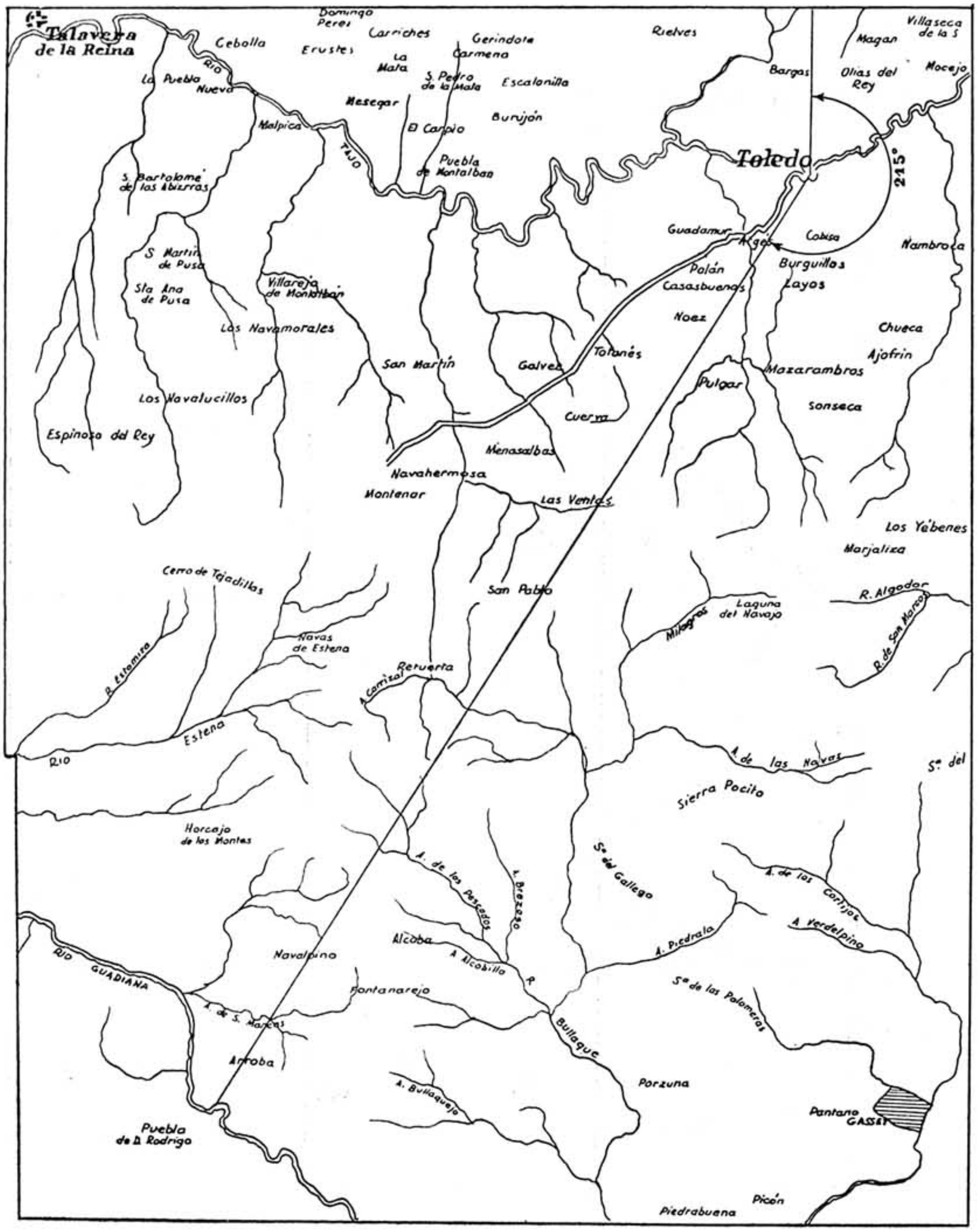
PROBLEMA FUNDAMENTAL DE LA NAVEGACION AEREA A LA ESTIMA CON CARTAS MERCATOR

c) Hallar *e*.

Un avión que hace de crucero 255 kilómetros por hora y navega a los 15° de rumbo geográfico, hace 44 minutos que pasó por la vertical de Bobadilla. ¿Sobre qué punto estimamos se halla volando? Señalarlo en el mapa en proyección Mercator en que el grado en el ecuador está representado por 46 milímetros. (Ver lámina VIII.)

Para resolver este caso se procede del siguiente modo: Conocidos el tiempo y la velocidad, se determina el espacio operando como en el caso *c)* del *segundo problema,* lo que nos da 187 kilómetros para valor del espacio o distancia recorrida. Después se procede inversamente a como se ha indicado en el caso *b)* del primer problema; esto es: se pone la división 187 de la regleta en coincidencia con la graduación 38 de cosenos (latitud media entre Bobadilla y el punto aproximado del que deseamos determinar) y la división de la regleta que quede frente a la 460 (1) de la escala "1° del ecuador en la carta Mercator", es decir, la 980, dividida por 10, lo que nos da 98 milímetros, que hay que llevar en el mapa dado a partir de Bobadilla o el rumbo 15° geográficos (2), viéndose que el punto estimado se encuentra en el valle de Alcudia, sobre el ferrocarril de la Mancha a Extremadura, cerca de Almodóvar del Campo y de Puertollano.

La distancia reducida es en este caso 77,5 milímetros, y la escala en el ecuador del mapa dado, 1 : 2.410.000.



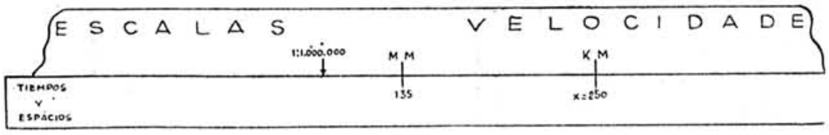
Escala 1: 400.000 LAMINA V 3er Problema c)

Quinto problema.

Reducir millas marinas a kilómetros, e inversamente.

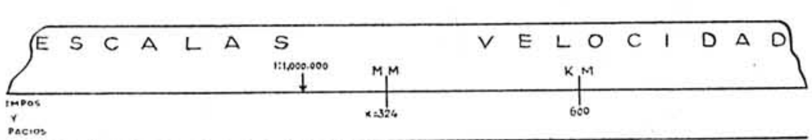
Ejemplo: 135 millas marinas reducirlas a kilómetros.

Se procede como indica el esquema, dándonos 250 kilómetros.



Ejemplo: 600 kilómetros convertirlos en millas marinas.

Procediendo como queda indicado en el gráfico siguiente, nos da 324 millas marinas.



OTROS PROBLEMAS QUE SE RESUELVEN TAMBIEN CON LA REGLA DE ESTIMAS

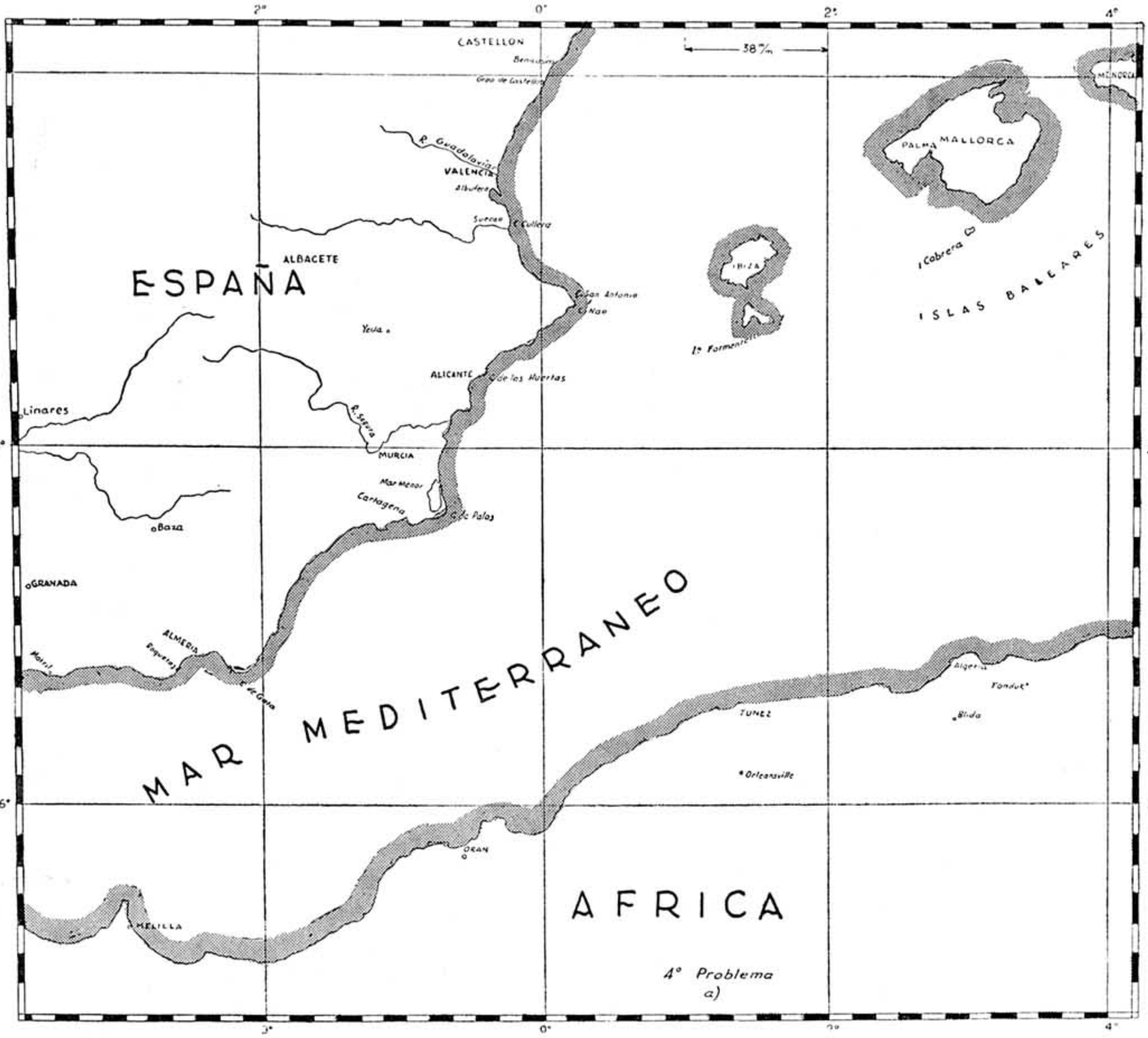
Problemas de la autonomía.

Ejemplo: Hallar la autonomía de un avión cuyos depósitos contienen 750 litros y que consume 215 por hora.

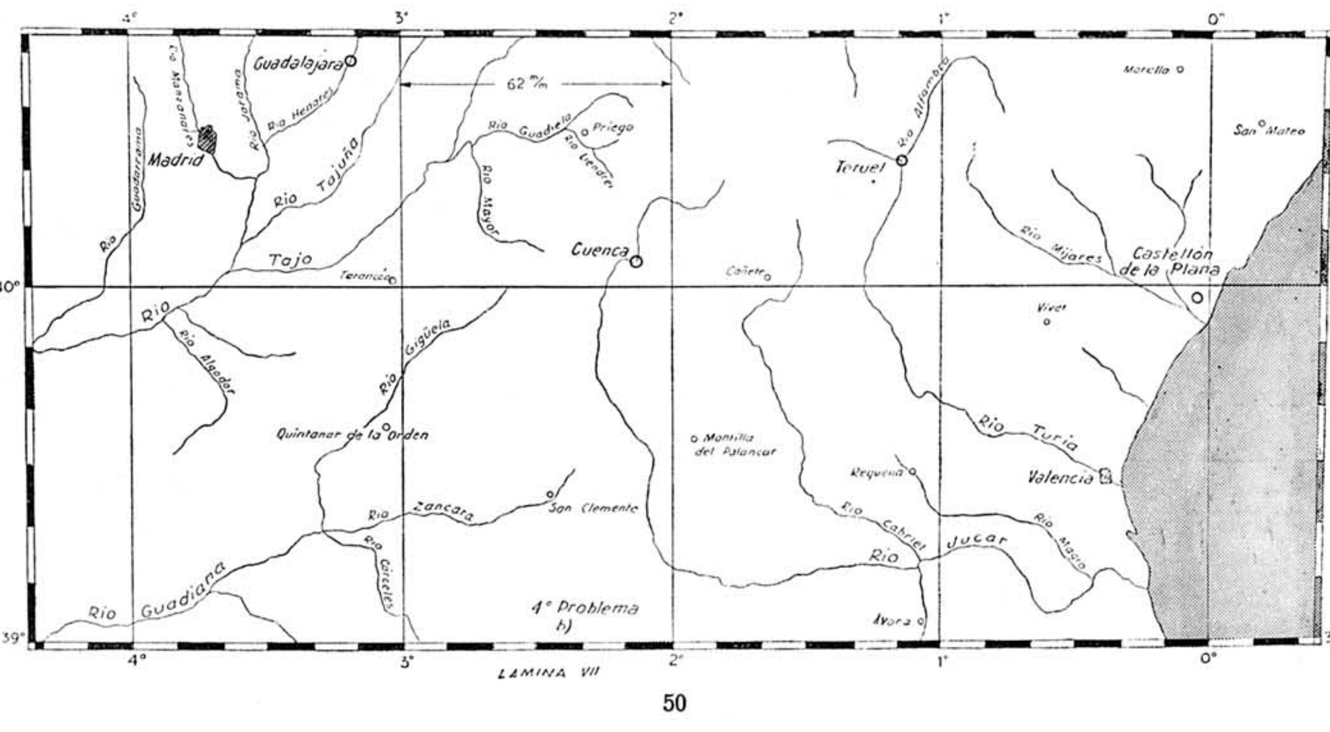
Se opera como indica el esquema, utilizando las graduaciones de "Velocidades" como *consumos,* dándonos en la

(1) Como no existe la división 46, se hace uso de la 460, por lo que se hace preciso dividir por 10 el resultado, debido a que es operación inversa.

(2) Para llevar al mapa esta dirección se emplea el Círculo Graduado en la forma expuesta en su descripción.

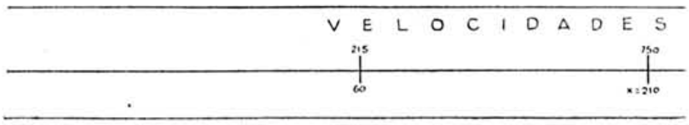


LAMINA VI



LAMINA VII

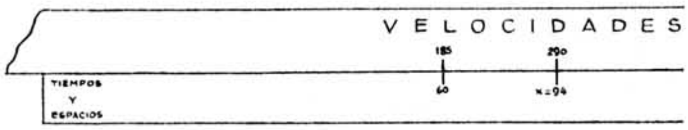
regleta los minutos 210, ó 3 horas 30 minutos, para valor de la autonomía que deseamos determinar.

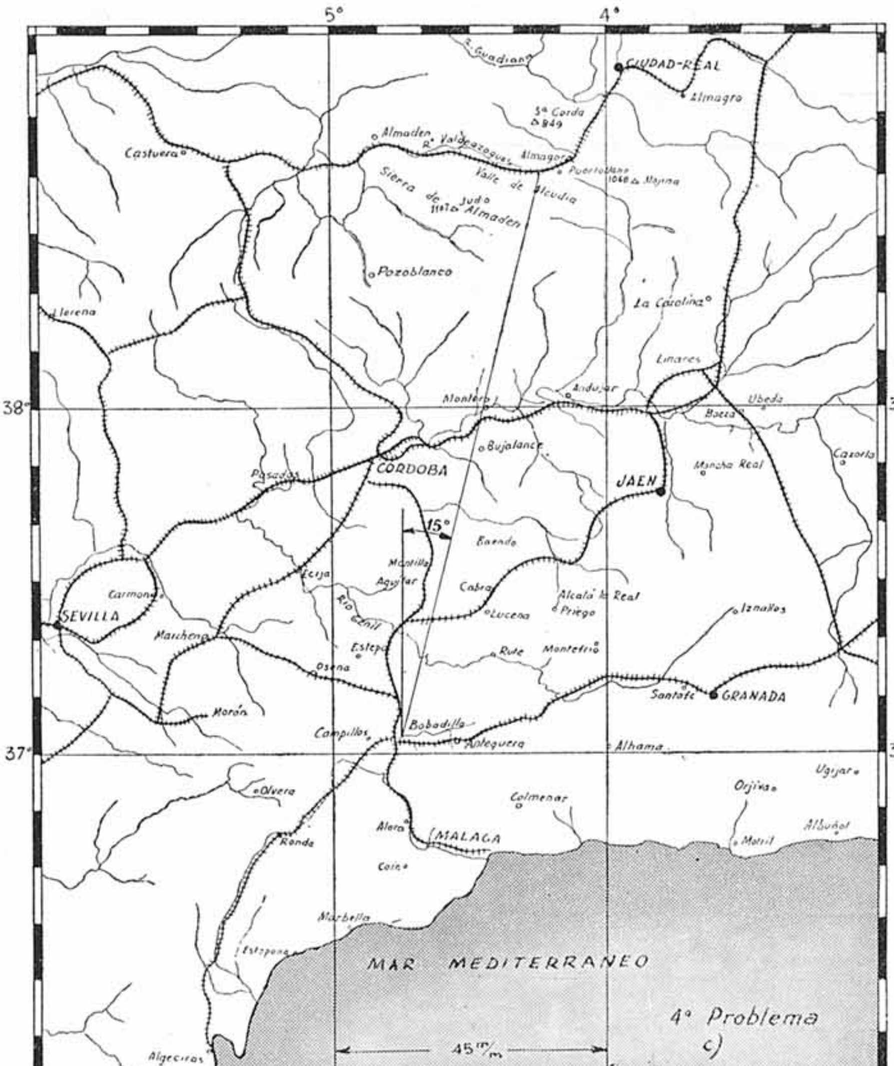


Ejemplo: En 1 hora 25 minutos de vuelo, un avión ha consumido 340 litros. Se quiere conocer el consumo horario.

do que el consumo horario es de 185 litros, deseamos conocer el tiempo de vuelo que queda.

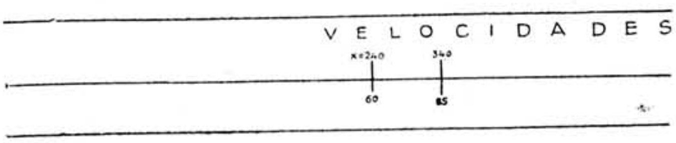
Procedemos como indica el esquema, dando 94 minutos, ó 1 hora 34 minutos, para valor del tiempo que queremos determinar.





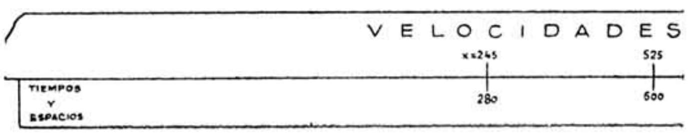
LAMINA VIII

El gráfico siguiente da la forma de operar, obteniéndose 240 litros para valor del consumo horario.



Ejemplo: Si en los depósitos quedan 290 litros, sabien-

Ejemplo: ¿Qué cantidad mínima de gasolina será preciso llevar en los depósitos de un avión que consume 525 litros por hora para efectuar un viaje o servicio de 4 horas 40 minutos de duración?



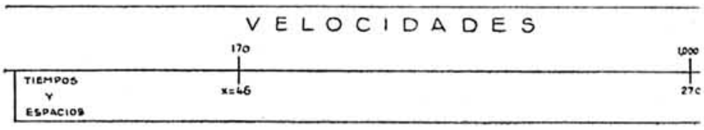
HALLAR TANTOS POR CIENTO

Algunos correctores de rumbos, como el Gago Coutinho, y tablas calculadas con el mismo fin, proporcionan o precisan, según el caso, la velocidad del viento, la propia o la resultante, en décimas o centésimas de la propia.

Para resolver este problema, que puede presentarse, en el que es de utilidad el empleo de la regla de estimas, a continuación exponemos algunos ejemplos.

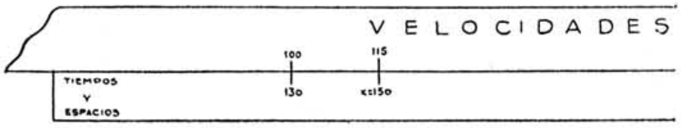
Ejemplo: Hallar el 17 por 100 de 270.

Procediendo como expreso queda en el esquema siguiente, tenemos 46 para valor interesado.



Ejemplo: Hallar el 115 por 100 de 130.

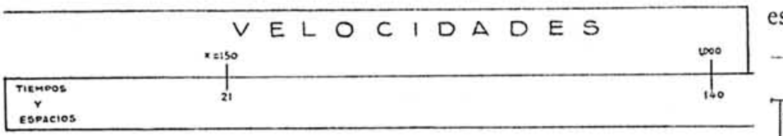
Se opera como se indica en el siguiente gráfico, encontrando 150 para valor que se busca.



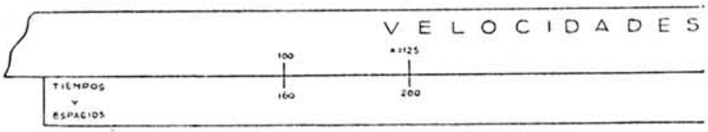
Inversos.

Ejemplo: ¿Qué tanto por ciento de 140 es 21?

Presentamos seguidamente la manera de operar en el esquema que incluímos a continuación, dándonos 15 para valor a determinar.



Ejemplo: ¿Qué tanto por ciento de 160 es 200?
Repitiendo el modo de proceder, nos da como solución el 125 por 100.



EMPLEO DEL CALCULADOR DE ESTIMAS COMO CORRECTOR DE RUMBOS

Hemos construído el "Calculador de estimas" con la idea primordial de resolver de un modo expeditivo el problema del "punto estimado" en aeronave. No obstante este fin principal perseguido, y a pesar de que seamos del criterio de que, debido a las grandes velocidades alcanzadas por los modernos aeroplanos, la deriva producida por el viento tiene, en general, escasa influencia en la derrota a seguir, exponemos a continuación la manera de utilizarlo como "corrector de rumbos" para que puedan servirse de él aquellos que consideren de utilidad su empleo, o en los casos que se crea conveniente acudir a él con objeto también de facilitar el estudio de la navegación aérea en los centros de enseñanza y en analogía con el uso que se hace de aparatos extranjeros similares.

Resuelve nuestro "Calculador de estimas" la corrección del rumbo en los casos siguientes:

1.° Conocidas la velocidad w y dirección del viento Dw, hallar la deriva a corregir d_c (1) y la velocidad resultante v.

Primeramente se determina el ángulo de viento Aw, que es el ángulo que forma la dirección del viento Dw con el rumbo verdadero R_v.

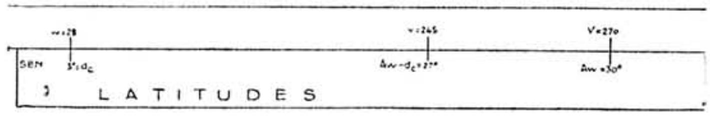
El valor de este ángulo Aw es igual a la diferencia que existe entre la dirección del viento Dw y el rumbo verdadero R_v, incrementado o disminuído éste en 180 grados, si fuese necesario, para que dicha diferencia sea menor de 90 grados.

Conocido que sea este ángulo de viento Aw, se pone en coincidencia la división de la escala de senos correspondiente a dicho ángulo con la graduación de la regleta correspondiente a la velocidad propia V del aeroplano. En esta posición, frente a la división de la regleta que represente la velocidad del viento w, nos da en la escala de senos la deriva a corregir d_c, y frente a la graduación $Aw - d_c$ de la escala de senos (o $Aw + d_c$ cuando el rumbo verdadero R_v se hubiera incrementado o disminuído en 180 grados para hallar Aw, según hemos dicho), tendremos en la regleta el valor de la velocidad resultante v.

Varios ejemplos completarán la explicación precedente.

a) $w = 28$ kms. $Dw = 112°$ $R_v = 82°$ $V = 270$ kms.
$$Aw = 112° - 82° = 30°$$

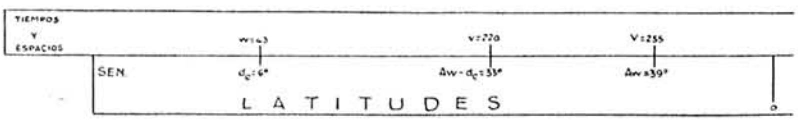
Se pone $V = 270$ en coincidencia con $Aw = 30°$ de la escala de senos.



Frente a $w = 28$ se tiene $d_c = 3°$, y frente a $Aw + d_c = 27°$ se tiene $v = 245$.

b) $w = 43$ kms. $Dw = 127°$ $R_v = 166°$ $V = 255$ kms.
$$Aw = 127° - 166° = 39°$$

Se pone $V = 255$ en coincidencia con $Aw = 39°$

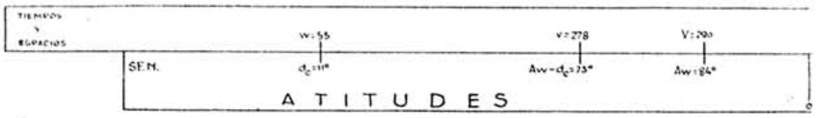


Frente a $w = 43$ se tiene $d_c = 6°$ y frente a $Aw - d_c = 33°$ se tiene $v = 220$.

c) $w = 55$ kms. $Dw = 56°$ $R_v = 332°$ $V = 290$ kms.
$$Aw = 56° - 332° = 84°$$

(1) Algunos autores la llaman más propiamente "Corrección de deriva"; nosotros hemos preferido la denominación clásica.

Se pone $V = 290$ en coincidencia con $Aw = 84^\circ$

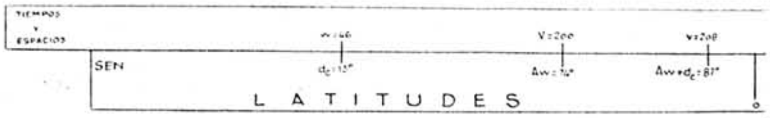


Frente a $w = 55$ se tiene $d_c = 11^\circ$, y frente a $Aw - d_c = 73^\circ$ se tiene $v = 278$.

d) $w = 46$ kms. $Dw = 291^\circ$ $R_v = 37^\circ$ $V = 200$ kms.

$$Aw = 291^\circ - 37^\circ = 291^\circ - (37^\circ + 180^\circ) =$$
$$= 291^\circ - 217^\circ = 74^\circ$$

Se pone $V = 200$ en coincidencia con $Aw = 74^\circ$

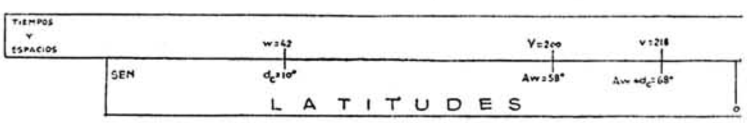


Frente a $w = 46$ se tiene $d_c = 13^\circ$, y frente a $Aw + d_c = 74 + 13 = 87^\circ$ (por haberse incrementado R_v en 180°) se tiene $v = 208$.

e) $w = 42$ kms. $Dw = 17^\circ$ $R_v = 255^\circ$ $V = 200$ kms.

$$Aw = 17^\circ - 255^\circ = 17^\circ - (255 - 180) = 17 - 75 = 58.$$

Se pone $V = 200$ frente a $Aw = 58^\circ$

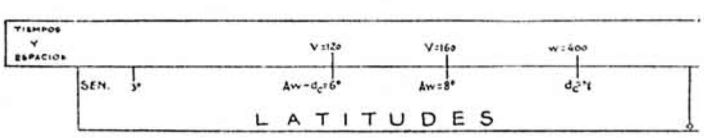


Frente a $w = 42$ se tiene $d_c = 10^\circ$, y frente a $Aw + d_c = 58 + 10 = 68^\circ$ (por haberse incrementado R_v en 180°) se tiene $v = 218$.

f) $w = 40$ kms. $Dw = 97^\circ$ $R_v = 105^\circ$ $V = 160$ kms.

$$Aw = 97 - 105 = 8^\circ$$

Se pone $V = 160$ en coincidencia con $Aw = 8^\circ$

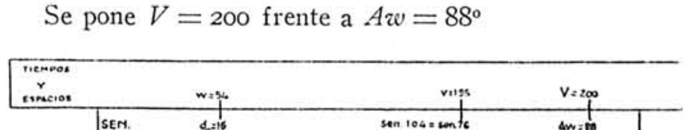


Como frente a $w = 40$ no quedan graduaciones de senos, se busca entonces frente a 400, dándonos $d_c = 2^\circ$, y frente a $Aw - d_c = 8^\circ - 2^\circ = 6^\circ$ tenemos $v = 120$.

g) $w = 54$ kms. $Dw = 28^\circ$ $R_v = 120^\circ$ $V = 200$ kms.

$$Aw = 28^\circ - 120^\circ = 28^\circ - (120^\circ + 180^\circ) =$$
$$= 28^\circ - 300^\circ = 88^\circ$$

Se pone $V = 200$ frente a $Aw = 88^\circ$



Frente a $w = 54$ se tiene $d_c = 16^\circ$. Como $Aw + d_c = 88^\circ + 16^\circ = 104^\circ$, graduación de senos que no existe, se busca la velocidad resultante frente a $180^\circ - 104^\circ = 76^\circ$, dándonos $v = 195$.

2.° Conocidas una deriva d_1 (producida al navegar en el rumbo verdadero) y la velocidad desviada v_d (velocidad respecto al suelo), hallar la deriva a corregir d_c y la velocidad resultante v.

Se desliza la regleta hasta que frente a las graduaciones de ella, correspondientes a la velocidad propia V y a la velocidad desviada v_d, queden en la escala de senos dos ángulos que se diferencien en la deriva d_1.

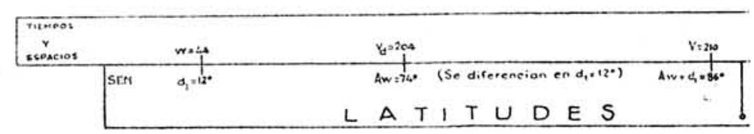
En esta posición, frente a la velocidad desviada v_d, se tiene el ángulo de viento Aw, y frente a la deriva d_1 quedará la velocidad w del viento.

Una vez conocidos el ángulo de viento Aw y la velocidad w de éste, se procede como en el caso anterior.

Varios ejemplos completarán la explicación precedente.

a) $d_1 = 12^\circ$ $v_d = 204$ kms. $R_v = 62^\circ$ $V = 210$ kms.

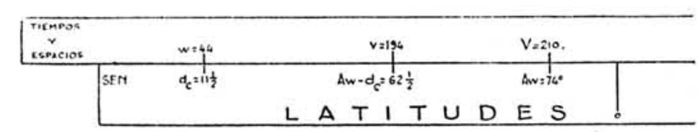
Se desliza la regleta hasta que frente a $V = 210$ y $v_d = 204$ queden dos ángulos que se diferencien en $d_1 = 12^\circ$



Frente a $v_d = 204$ se tiene $Aw = 74^\circ$, ángulo de viento, y frente a $d_1 = 12^\circ$ nos da el viento $w = 44$.

Una vez conocido el ángulo de viento $Aw = 74^\circ$ y la velocidad de éste $w = 44$, se procede como en el caso anterior, o sea:

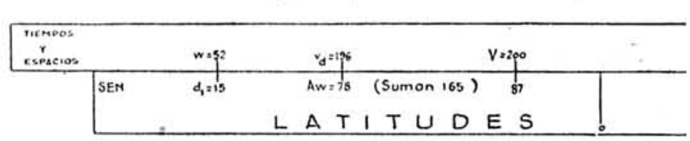
Se pone $V = 210$ frente a $Aw = 74^\circ$.



Frente a $w = 44$ se tiene $d_c = 11^\circ\ 30'$, y frente a $Aw - d_c$ igual $62^\circ\ 30'$ (por ser v_d menor que V) se nos da $v = 194$.

b) $d_1 = 15^\circ$ $v_d = 196$ kms. $R_v = 215^\circ$ $V = 200$ kms.

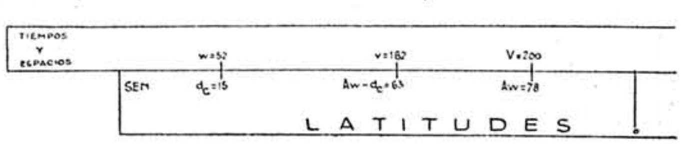
Se desliza la regleta hasta que frente a los valores $v_d = 196$ y $V = 200$ de ella queden en la escala de senos dos ángulos que se diferencien en $d_1 = 15^\circ$. Como esto no se consigue ni siquiera poniendo el 200 frente a los 90°, es señal de que $Aw + d_1 > 90^\circ$, haciéndose entonces la coincidencia frente a dos ángulos que sumen $180^\circ - d_1 = 165^\circ$.



Frente a $v_d = 196$ se tiene $Aw = 78^\circ$, y frente a $d_1 = 15^\circ$, nos da $w = 52$ kms.

Una vez conocidos el ángulo de viento y la velocidad de éste, nos encontramos en el caso anterior, procediéndose así:

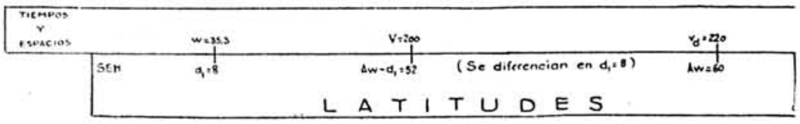
Se pone $V = 200$ frente a $Aw = 78^\circ$.



Frente a $w = 52$ se nos da $d_e = 15°$, y frente a $Aw - d_e = 63°$, tenemos $v = 182$.

c) $d_1 = 8°$ $v_d = 220$ kms. $R_v = 214°$ $V = 200$ kms.

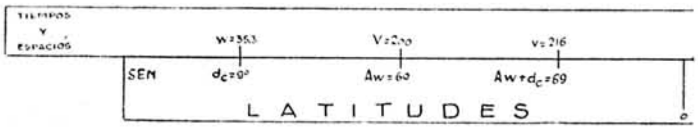
Se desliza la regleta hasta que frente a los valores $V = 200$ y $v_d = 220$ de ella queden en la escala de senos dos ángulos que se diferencien en $d = 8°$.



Frente a v_d se tiene $Aw = 60°$, y frente a $d_1 = 8°$, se nos da $w = 35{,}3$ kms.

Una vez conocidos el ángulo de viento y la velocidad de éste, se procede como se dijo en el caso anterior, esto es:

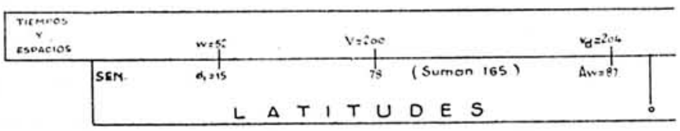
Se pone $V = 200$ frente a $Aw = 60°$.



Frente a $w = 35{,}3$ se tiene $d_e = 9°$, y frente a $Aw + d_e = 69°$ (por ser v_d mayor que V), tenemos $v = 216$.

d) $d_1 = 15°$ $v_d = 204$ kms. $R_v = 33°$ $V = 200$ kms.

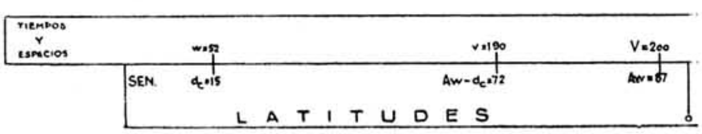
Se desliza la regleta hasta que frente a los valores $V = 200$ y $v_d = 204$ de ella queden en la escala de senos dos ángulos que se diferencien en $d_1 = 15°$. Como esto no se consigue ni siquiera poniendo el 204 frente a los 90 grados, es señal de que Aw es menor de un cuadrante, y se hace entonces la coincidencia frente a dos ángulos que sumen $180° - d_1 = 165°$.



Frente a $v_d = 204$ se tiene $Aw = 87°$, y frente a $d_1 = 15°$ nos da $w = 52$ kms.

Una vez conocidos el ángulo de viento y la velocidad de éste, se procede como se indicó para el caso anterior, es decir:

Se pone $V = 200$ frente a $Aw = 87°$.



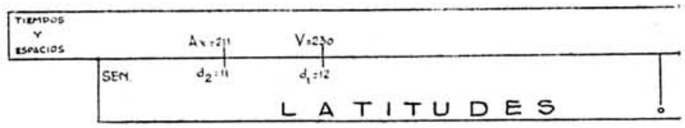
Frente a $w = 52$ tenemos $d_e = 15°$, y frente a $Aw - d_e = 72°$ se nos da $v = 190$.

3.° Conocidas dos derivas: la primera, d_1, obtenida al navegar en la dirección del rumbo geográfico o verdadero R_v, y la segunda, d_2, producida al corregir dicho rumbo en d_1 a barlovento, hallar la deriva a corregir d_e y la velocidad resultante v.

Varios ejemplos nos indicarán la manera de proceder.

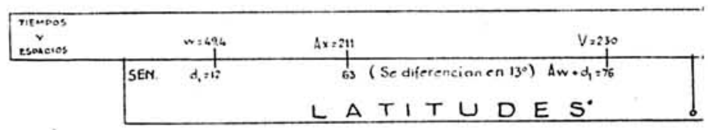
a) $d_1 = 12°$ $d_2 = 11°$ $V = 230$ kms.

Se determina primeramente un valor auxiliar Ax del siguiente modo: Se hace coincidir $V = 230$ de la regleta con $d_1 = 12°$ de la escala de senos.



En esta posición, frente a d_2 de la escala de senos, tenemos en la regleta el valor de $Ax = 211$.

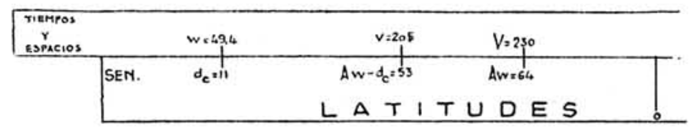
Entonces se desliza la regleta hasta que frente a los valores $Ax = 211$ y $V = 230$ de ella queden, en la escala de senos, dos ángulos que se diferencien en $2d_1 - d_2 = 13°$.



En esta posición de la regleta resulta que cuando $d_1 > d_2$, frente a $V = 230$, tenemos $Aw + d_1 = 76°$ y, por tanto, $Aw = 64°$; y frente a $d_1 = 12°$ se nos da $w = 49{,}4$.

Una vez conocidos el ángulo de viento y la velocidad de éste, se procede como en el primer caso, esto es:

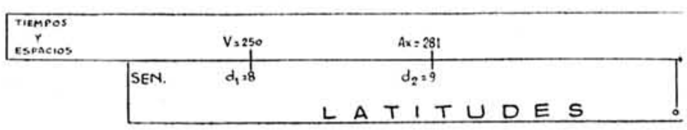
Se pone $V = 230$ frente a $Aw = 64°$.



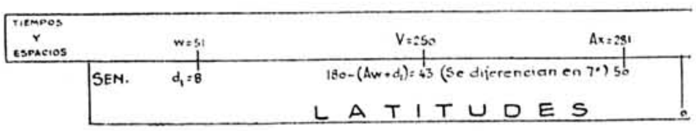
Frente a $w = 49{,}4$ se tiene $d_e = 11°$, y frente a $Aw = d_e = 53$ nos da $v = 205$.

b) $d_1 = 8°$ $d_2 = 9°$ $V = 250$ kms.

Se determina, como se dijo precedentemente, el valor auxiliar Ax; para ello se hace coincidir $V = 250$ de la regleta con $d_1 = 8°$ de la escala de senos, y frente a $d_2 = 9°$ tendremos $Ax = 281$.



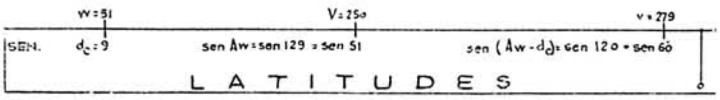
Se desliza después la regleta hasta que frente a los valores $V = 250$ y $Ax = 281$ de ella, queden en la escala de senos dos ángulos que se diferencien en $2d_1 - d_2 = 7°$.



En esta posición de la regleta resulta que cuando $d_2 > d_1$, frente a $V = 250$, se tiene $180 - (Aw + d_1) = 43°$ y, por tanto, $Aw = 129°$, y frente a $d_1 = 8°$ se nos da $w = 51$.

Una vez conocidos el ángulo de viento y la velocidad de éste, se procede como en el primer caso, esto es:

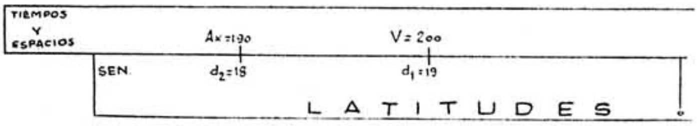
Se pone $V = 250$ frente a $Aw - 129°$, y como esto no es posible porque las graduaciones de los ángulos no pasan de los 90 grados, se hace coincidir con la división 51 de senos, ya que sen $129° =$ sen $(180° - 51°)$.



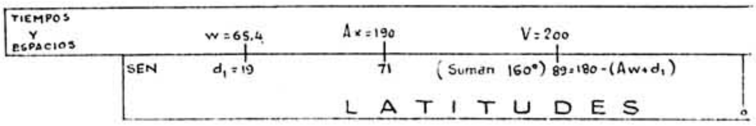
Frente a $w = 51$ tenemos $d_c = 9°$, y frente a $Aw - d_c = 120°$, la cual, por no existir, se toma el suplemento $180° - 120° = 60°$, se nos da $v = 279$.

c) $d_1 = 19°$ $d_2 = 18°$ $V = 200$.

Se determina ante todo el valor auxiliar Ax, como se ha dicho anteriormente, o sea, se pone el valor $V = 200$ de la regleta frente al $d_1 = 19°$ de la escala de senos, dándosenos $Ax = 190$ frente a d_2.



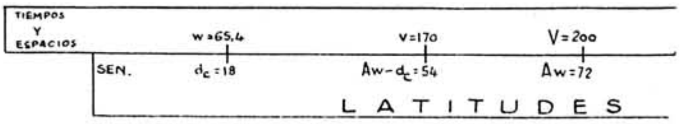
Se desliza después la regleta hasta que frente a los valores $Ax = 190$ y $V = 200$ queden en la escala de senos dos ángulos que se diferencien en $2d_1 - d_2 = 20$ grados. Como esto no se consigue ni aun poniendo $V = 200$ frente a 90 grados, es señal de que $Aw < 90°$, pero $Aw + d_1$ mayor de 90 grados. Entonces se busca la coincidencia con dos ángulos que sumen $180° - (2d_1 - d_2 = 160°$.



En esta posición de la regleta resulta que cuando se hace la coincidencia por suma, frente a $V = 200$ se tiene $180° - (Aw + d_1) = 89°$ y, por tanto, $Aw = 72°$; y frente a $d_1 = 19°$ se nos da $w = 65{,}4$.

Una vez conocidos el ángulo de viento y la velocidad de éste, se procede como en el primer caso, esto es:

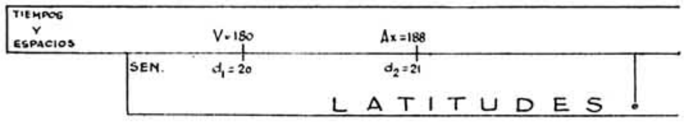
Se pone $V = 200$ frente a $Aw = 72°$.



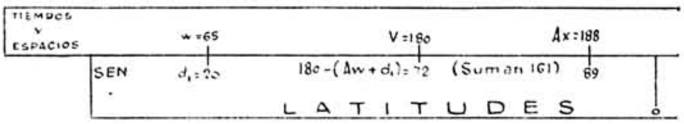
Frente a $w = 65{,}4$ se tiene $d_c = 18°$, y frente a $Aw - d_c = 54°$ nos da $v = 170$.

d) $d_1 = 20°$ $d_2 = 21°$ $V = 180$ kms.

Se empieza, como repetido queda, por determinar el valor auxiliar Ax, poniendo para ello $V = 180$ frente a $d_1 = 20°$ de la escala de senos, y frente a $d_2 = 21°$, tendremos $Ax = 188$.



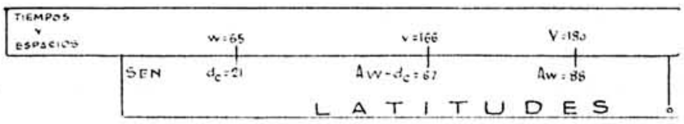
Una vez determinado Ax, se desliza la regleta hasta que frente a los valores $V = 180$ y $Ax = 188$ de ella queden, en la escala de senos, dos ángulos que se diferencien en $2d_1 - d_2 = 19$ grados. Como esto no se consigue ni aun poniendo $Ax = 188$ frente a los 90 grados, es señal de que $Aw < 90°$, pero $Aw + d_1$ mayor de 90 grados. Entonces se busca la coincidencia con dos ángulos que sumen $180° - (2d_1 - d_2) = 161°$.



En esta posición de la regleta resulta, para este caso de coincidencia por suma, exactamente igual a lo anterior, esto es, que frente a $V = 180$ se nos da $180° - (Aw + d_1) = 72°$ y, por tanto, $Aw = 88°$, y frente a $d_1 = 20°$ nos da $w = 65$.

Una vez conocidos el ángulo de viento y la velocidad de éste, se opera como en el primer caso, o sea:

Se pone $V = 180$ de la regleta frente a $Aw = 88°$ de la escala de senos:



En esta posición de la regleta tenemos, frente a $w = 65°$, la deriva a corregir $d_c = 21°$, y frente a $Aw - d_c = 67°$, la velocidad resultante $v = 166$.

Finalmente, el "Calculador de estimas" resuelve el problema de hallar la distancia loxodrómica entre dos puntos dados por sus coordenadas geográficas.

Los ejemplos siguientes dan clara idea del modo de operar.

a) Hallar la distancia loxodrómica entre Sevilla y Madrid, cuyas coordenadas geográficas respectivas son:

Sevilla.. $\left\{ \begin{array}{ll} L = 6° & \text{W.} \\ l = 37° 24' & \text{N.} \end{array} \right.$ Madrid. $\left\{ \begin{array}{ll} L = 3° 40' & \text{W.} \\ l = 40° 26' & \text{N.} \end{array} \right.$

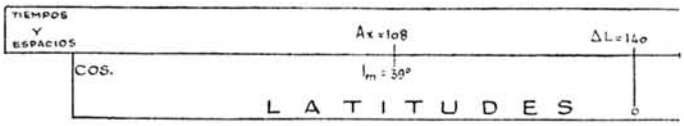
$\Delta L = 6° - 3° 40' = 2° 20' = 140$ millas (1).

$\Delta l = 40° 26' - 37° 24' = 3° 2' = 182$ millas (2).

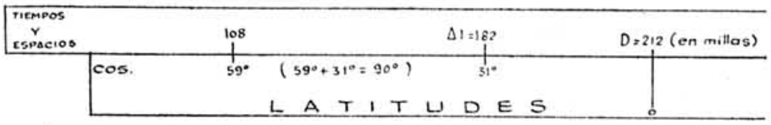
$l_m = {}^1/_2 (37° 24' + 40° 26') = 38° 55'$ (3).

(1) ΔL representa la diferencia en longitud.
(2) Δl la diferencia en latitud.
(3) l_m la latitud media.

Se pone $\Delta L = 140$ millas frente al O de la escala de cosenos.

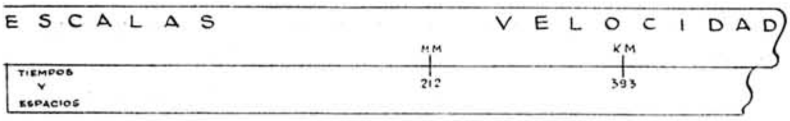


Se desliza entonces la regleta hasta que frente a los valores $Ax = 108$ hallado y $\Delta l = 182$ de ella, queden en la escala de cosenos dos ángulos cuya suma sea 90 grados, tal como indica el esquema siguiente:



En esta posición, frente a la graduación O de cosenos, tendremos la distancia loxodrómica $D = 212$ millas que se quiere determinar, y frente a $\Delta l = 182$, el rumbo geográfico 31° de la derrota loxodrómica Sevilla a Madrid.

Si ahora aplicamos lo dicho refente a la conversión de millas en kilómetros, tendremos:



Siendo, por tanto, 393 kilómetros la distancia loxodrómica buscada.

b) Hallar la distancia loxodrómica entre Barcelona y Sevilla, cuyas coordenadas geográficas respectivas son:

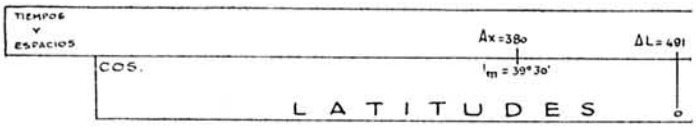
Barcelona. $\begin{cases} L = 2^\circ\, 11' & \text{E.} \\ l = 41^\circ\, 23' & \text{N.} \end{cases}$ Sevilla. $\begin{cases} L = 6^\circ & \text{W.} \\ l = 37^\circ\, 24' & \text{N.} \end{cases}$

$\Delta L = 2^\circ\, 11' + 6^\circ = 8^\circ\, 11' = 491$ millas.

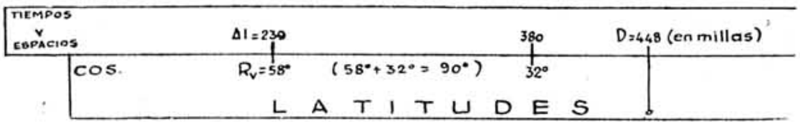
$\Delta l = 41^\circ\, 23' - 37^\circ\, 24' = 3^\circ\, 59' = 239$ millas.

$l_m = {}^1/_2\,(41^\circ\, 23' + 37^\circ\, 24') = 39^\circ\, 24'$.

Se pone $\Delta L = 491$ frente al O de la escala de cosenos.

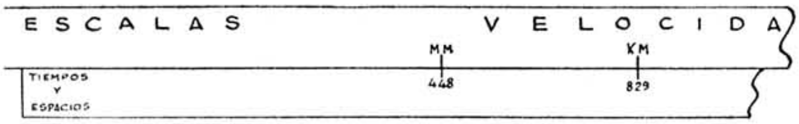


Se desliza entonces la regleta hasta que frente a los valores de ellas $Ax = 380$ hallado y $\Delta l = 239$, queden en la escala de cosenos dos ángulos que sumen 90 grados, tal como aparece en el gráfico siguiente:



En esta posición, frente a la graduación O de la escala de cosenos, tendremos la distancia loxodrómica $D = 448$ millas, que se quiere determinar, y frente a $\Delta l = 239$ de la regleta, el valor del ángulo 58 grados, al cual habrá de añadírsele 180 grados, o sea 238 grados, para hallar el rumbo geográfico de la derrota loxodrómica Barcelona a Sevilla.

Convirtiendo ahora las millas en kilómetros, tendremos:



siendo, por tanto, 829 kilómetros la distancia loxodrómica que se busca.