

“LÍNEA DE POSICIÓN ASTRONÓMICA – PARTE 4”
PLOTEO DE LA POSICIÓN ASTRONÓMICA

Ref.:

- a.- Pub SHOA N° 3030 Capítulo 13
- b.- Apuntes del profesor Sergio Yuseff Sotomayor
- c.- Apuntes del autor.

A.- Introducción

- 1.- En los capítulos anteriores se calcularon:
 - a. A partir del P_e / P_a^1 , fecha, Hmgr, tipo astro observado se determinó la altura calculada (A_c) y el azimut verdadero (A_v) empleando el almanaque náutico y las fórmulas respectivas.
 - b. Luego, la altura instrumental (A_i) es corregida con el Error de índice (E_i), la elevación del observador ($E_o - DIP$), por semidiámetro, refracción y paralaje, entre otras, obteniendo la altura verdadera del astro (A_v).
 - c. Con la A_v y A_c se obtiene el intercepto ($I = A_v - A_c$).
- 2.- Este capítulo sólo se expondrá los distintos métodos de ploteo de las líneas de posición astronómicas o recta de altura, a partir de un punto estimado, los azimuts e interceptos, y por último el rumbo y distancia navegada entre las rectas. Todos estos aspectos son tratados en otros capítulos.
- 3.- Para plotear las rectas de altura obtenidas en las observaciones astronómicas, se cuenta con los siguientes métodos.
 - a. Confección de un croquis de fortuna.
 - b. En carta Náutica
 - c. Carta plotting
 - d. Rosa de Maniobras.
- 4.- En general el procedimiento de trazar las líneas de posición es similar a todos los métodos, con la salvedad que para la confección del croquis de fortuna es necesario tener presente algunas reglas, que se explicaran más adelante.
- 5.- Cuando dos o más líneas de posición astronómicas se observan casi simultáneas, bastará con trazarlas. La intersección de ellas dará la posición observada.
- 6.- Cuando dos líneas de posición astronómicas se observan con un intervalo apreciable, es necesario trasladar la primera Línea de Posición observada, hasta el instante que se observó la segunda. Esa recta se llama línea de posición astronómica transportada (L.P.A.T.). El punto donde esta corta a la segunda L.P.A., es la posición observada en el instante de la segunda observación.
- 7.- Algunos ploteos de cálculos especiales se tratarán al explicar en siguientes capítulos.

¹ P_a = Punto adoptado; P_e = Punto estimado

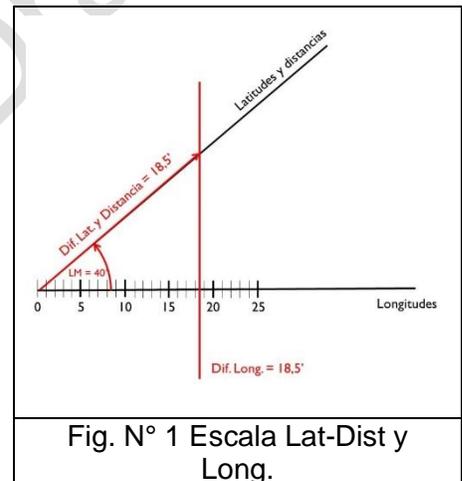
B.- Concepto Básico de confección de un croquis de fortuna.

Cuando se desarrolla el cálculo astronómico en el cuaderno del Piloto, es necesario apoyarse en un croquis de fortuna simple, objeto evitar pedidas de tiempo en formalidades.

Este método gráfico consiste en confeccionar la escala de las latitudes y longitudes, luego trazar las coordenadas del punto estimado y a partir de dicho punto trazar las líneas de posición, permitiendo transportarlas cuando fuera necesario.

Procedimiento:

- Hacer escala de latitud – distancia y longitud.
 - Trazar escala de longitudes.
 - Marcar los minutos de longitud.
 - De 5 en 5
 - De 10 en 10
 - De 20 en 20.
 - etc., de acuerdo con las distancias a medir.
- Desde la escala de longitud medir la latitud media con un transportador. En el caso del ejemplo 40° .
- Trazar desde un extremo (0) en la escala de longitud una línea que corresponderá a la escala de las latitudes y distancias.
- Para medir diferencias de longitud basta con medir con un compás desde 0 hasta el valor deseado en la escala correspondiente. Ejemplo $18,5'$.
- Para medir una distancia o diferencia de latitud bastará con proyectar desde la escala de longitudes a la de las latitudes, y medir la distancia. En el ejemplo es $18,5'$. Evidentemente la longitud es mayor en la escala de las latitudes y distancias.
- Trazar un paralelo y un meridiano que corresponderá a las coordenadas del punto estimado que se tomará con referencia para el cálculo.
- Por último, trazar las líneas de posición y obtener la posición de acuerdo al tipo de cálculo.



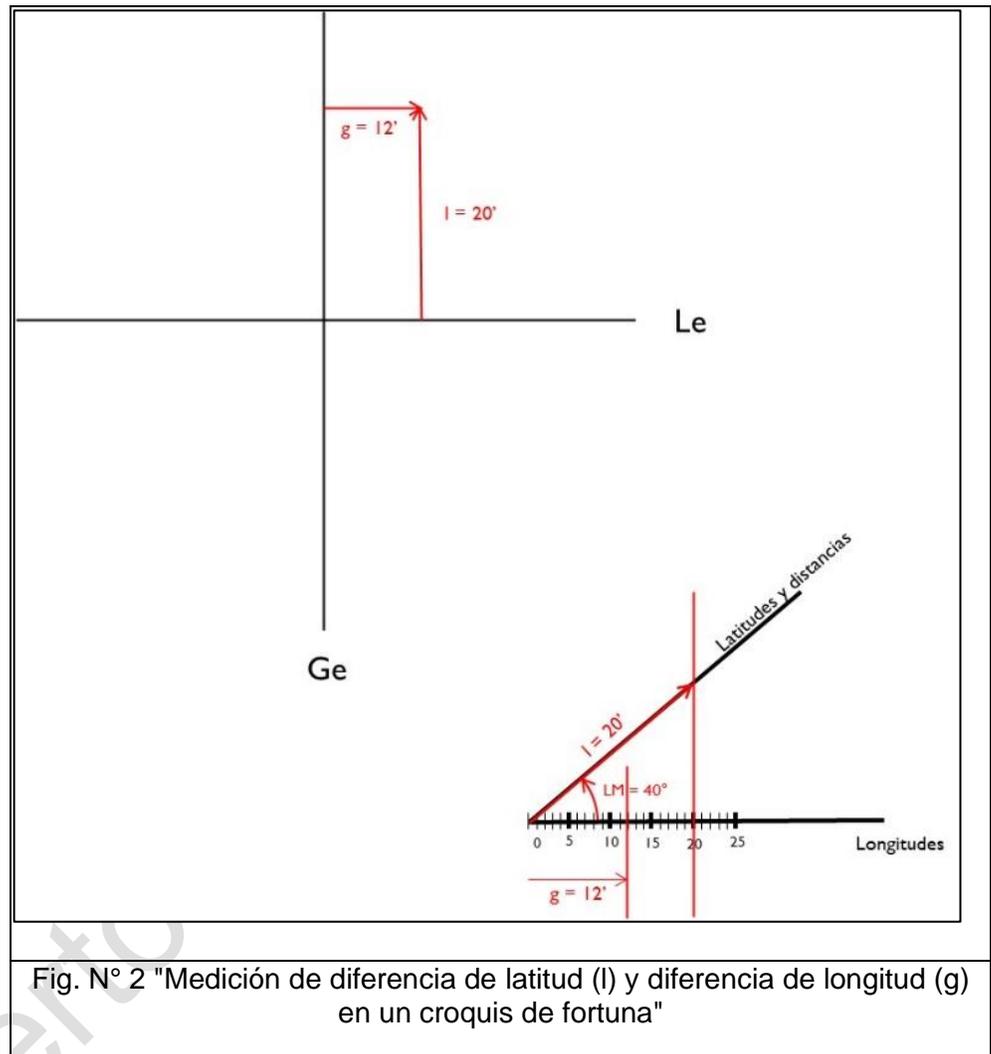


Fig. N° 2 "Medición de diferencia de latitud (l) y diferencia de longitud (g) en un croquis de fortuna"

Ejemplo:

En este caso se contempla la observación a dos astros (Marte y Achernar) con una diferencia de tiempo mínima entre ellas. Este hecho permite que la distancia navegada entre ambas observaciones no afecta mayormente a su precisión. Este tipo de cálculo se emplea normalmente con las estrellas y planetas y se llama Alessio.

Punto estimado $Le = 33^\circ 00' S$ y $Ge = 71^\circ 00' W$

Marte : $Az = 166^\circ$; $l = +44'$

Achernar : $Az = 065^\circ$; $l = -25'$

Procedimiento:

- A partir del punto estimado (Pe) empleado para cada una de las rectas, que es en este caso es el mismo, trazar cada Pe el respectivo azimut.
- Desde el Pe marcar el intercepto (+) hacia el astro y (-) en sentido contrario al azimut.
- Trazar una línea paralela al azimut en el punto donde se marca el intercepto.
- Esta línea será la recta de altura o línea de posición, es decir el lugar geométrico donde se encuentra el observador.
- La intersección de las rectas de altura será el punto geográfico de la observación o mejor dicho donde se encontraba el observador.
- Importante identificar claramente el nombre, el azimut y el intercepto de cada uno de los astros, en la posición que se muestra en la figura N° 3.

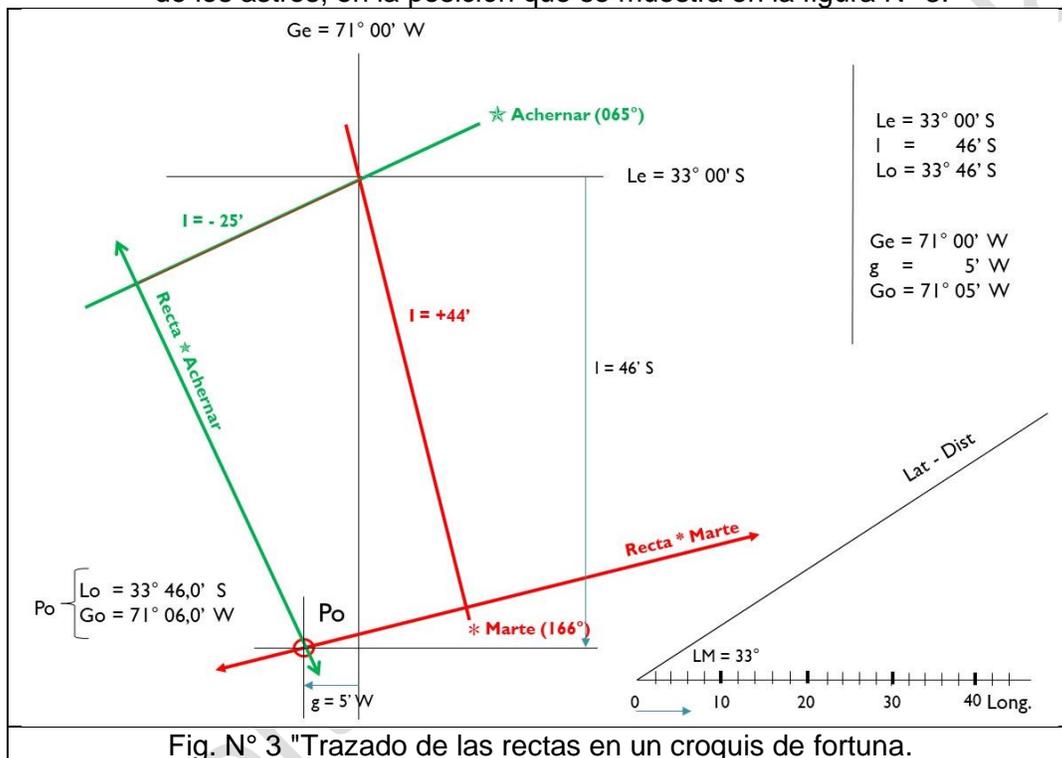


Fig. N° 3 "Trazado de las rectas en un croquis de fortuna.

Detalles que se deben de observar en el gráfico

- Marcar en la escala:
 - Valor latitud media
 - En línea horizontal escribir longitud o Long.
 - En línea horizontal escribir latitud – distancia o Lat. – Dist.
- En la intersección del paralelo y el meridiano que marca el Punto estimado:
 - Identificar con Pe dicho punto
 - En línea vertical escribir $Ge =$ _____
 - En línea horizontal escribir $Le =$ _____
- Las rectas deben estar identificada claramente:
 - Azimut: En la dirección correspondiente escribir el símbolo astro – nombre – valor del azimut (ejemplo: \star Rigel (230°) o \odot (046°))
 - Intercepto: Escribir su valor sobre la línea.
 - Recta: Flecha en cada extremo. Escribir sobre la línea (Ejemplo: Recta \curvearrowright)

- En la intersección de las rectas, que corresponde al Punto Observado (Po) marcarlo claramente con un círculo y cerca de él, escribir Po.
- Cercar del Po escribir

Po { Lo = _____
Go = _____

- Todos los cálculos que sean necesario hacer para el grafico, realizarlo en un costado que no interfiera el gráfico

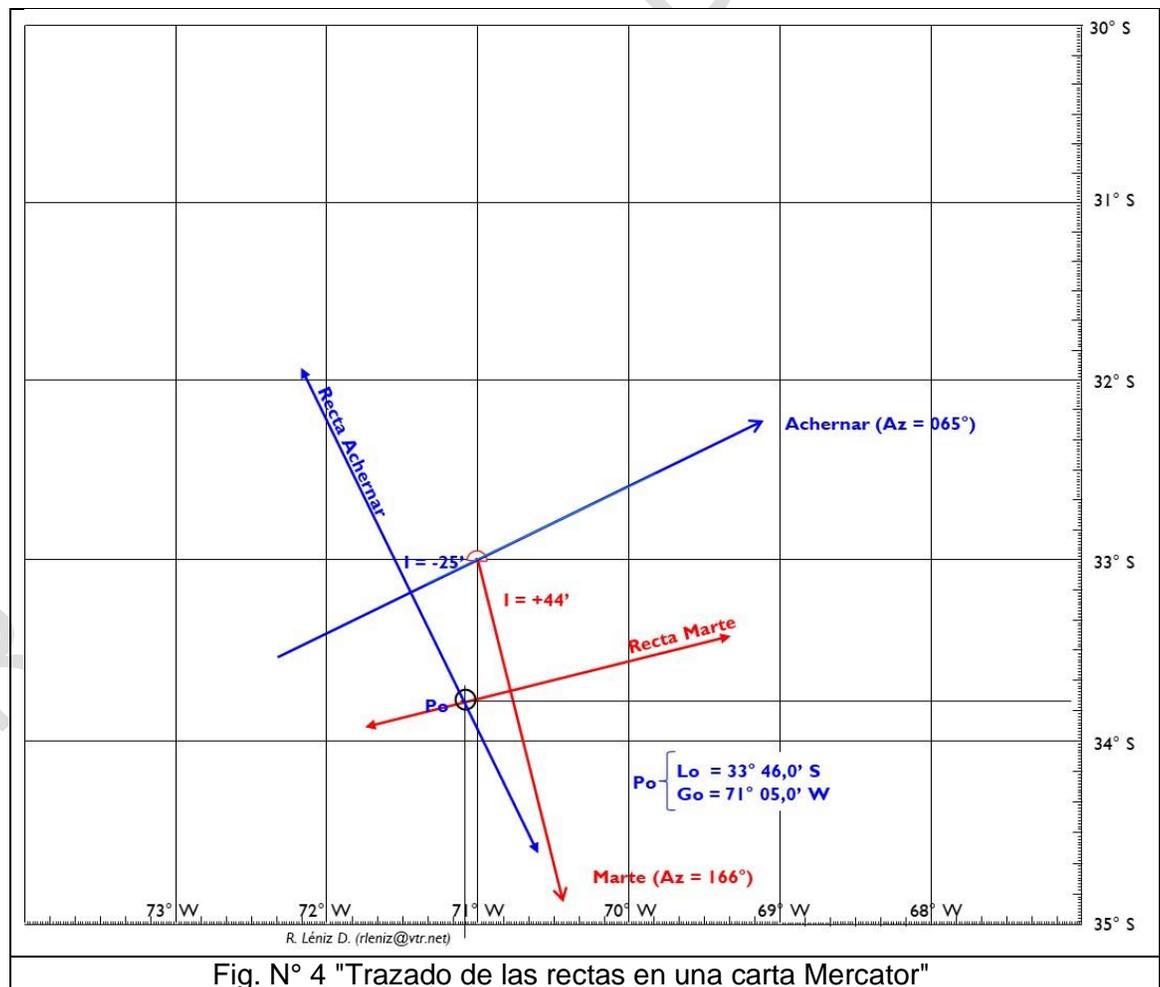
C.- Trazado de dos líneas de posición en carta náutica, casi simultánea.

Con los mismos datos anteriores plotear los datos en una carta Náutica. El procedimiento es similar al empleado en el cálculo anterior, con la diferencia que en esta no es necesario dibujar croquis de fortuna.

Punto estimado $Le = 33^{\circ} 00' S$ y $Ge = 71^{\circ} 00' W$

Marte : $Az = 166^{\circ}; I = +44'$

Achernar : $Az = 065^{\circ}; I = -25'$



Respuesta: Del gráfico (figura N° 4):

Punto observado:

Lo = 33° 46,0' S

Go = 71° 05,0' W

D.- Situación por dos rectas observadas con intervalo navegado entre ellas (AM – PM).

Hay ocasiones en que las observaciones de dos rectas no pueden hacerse en forma casi simultánea, por carencia de astros observables o que la velocidad a que navega el buque sea considerable, con lo que la distancia navegada entre la primera y segunda observación será demasiada para no considerarla. Es el caso de observar un el sol en la mañana (recta AM), se navega durante un tiempo y en la tarde (recta PM) se observa la segunda recta

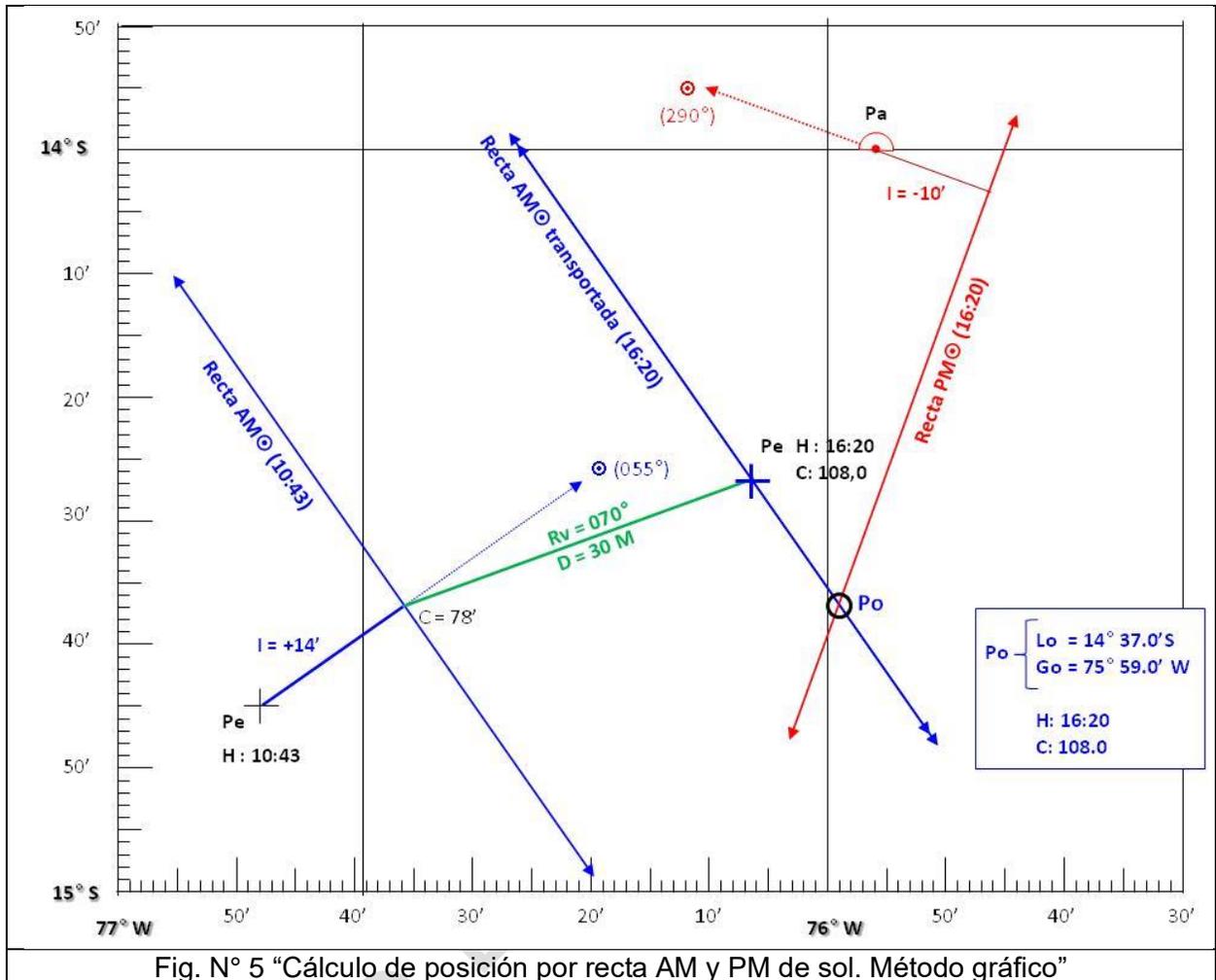
Cuando se presenten estos casos, para obtener la situación habrá necesidad de transportar la 1ª recta al momento de la segunda observación. La intersección de la primera con la segunda recta dará la situación de la nave.

Para visualizar este caso, se presente el siguiente ejemplo:

Observación N° 1 (Recta AM)		Observación N° 2 (Recta PM)	
Astro	: Sol	Astro	: Sol
Hora	: 10h 43m	Hora	: 16h 20m
Corredera 1	: 78,0	Corredera 2	: 108,0'
Pe	: L =14° 45' S; G: 76° 48' W	Pa	: L =14° 00' S; G: 75° 56' W
Azv	: 055°	Azv	: 290°
I	: +14.0'	I	: -10.0'
El rumbo navegado entre la 1° y 2° recta es Rv = 070°. Distancia 30 millas.			

Trabajo en carta náutica o en una carta plotting (Figura N° 5).

- Se sitúa en la carta el punto correspondiente a la “latitud y longitud” que se empleó en el cálculo de la primera recta (Punto estimado o punto adoptado).
- Desde ese punto con su Azv = 055° y el I = +14' se traza la primera recta de altura o de posición.
- Desde la 1ª recta, trace la estima hacia el momento de la segunda observación (Rv = 070° Distancia 30 millas), fijando el punto estimado de las 16h 20min.
- Por el punto estimado anterior, trace una paralela a la primera recta que será la “recta transportada”.
- Desde el punto estimado o del adoptado, según el punto con que se calculó la 2ª recta, trace con su Azv = 290° e I = -10', la recta correspondiente a la segunda observación.
- La intersección de la 1ª recta transportada con la 2ª recta dará la situación.
- Nota: Tenga presente que la 1ª recta se transporta siempre hasta el punto estimado de la 2ª observación.



E.- Línea de posición transportada hasta o desde el paso de un astro por el meridiano (AM-Meridiana - PM)

La observación de un astro al paso por el meridano local (Meridiana) o cerca de él (circunmeridiana, permite obtener la latitud para el instante de la observación.

La explicación de estos métodos de cálculo se explicará en la siguiente parte de los apuntes.

Esa Línea de Posición que dibujada (Latitud Observada) queda en sentido Este - Oeste (090° - 270°), se puede combinar con otra Línea de Posición observada con anterioridad (AM) o con posterioridad (PM), para obtener la longitud en el instante de efectuar la segunda observación.

Los conceptos sobre líneas de posición transportada y tránsito de un astro por el meridiano, que se explican a continuación son válidos para cualquier astro. Sin embargo, debido a que en la práctica son mayoritariamente aplicables al Sol y en menor escala a la Luna, las explicaciones que se dan a continuación se refieren al Sol.

Se presentan dos alternativas.

- Método gráfico (carta náutica, carta plotting y croquis de fortuna)²
- Método analítico (por tabla de estima y gráfico complementario)³

1.- Método con gráfico, en este caso se empleará el croquis de fortuna

Procedimiento.

- Confeccionar escala de Lat- Dist y Long.
- Calcular el rumbo y distancia entre la recta AM y la meridiana.
- Plotear el Pe de la recta AM.
- Trazar el azimut y el intercepto de la recta AM.
- Hacer navegar la Recta AM hasta el instante de la Meridiana.
- Trazar la Meridiana.
- La intersección de la Recta AM transportada con la meridiana será el punto observado.

Ejemplo:

En posición estimada; $17^{\circ} 29,0' S$, $084^{\circ} 47,0' W$, se observó el Sol AM, en el instante que su AHGr era $47^{\circ} 31,6'$ y su Declinación; $2^{\circ} 23,3' N$. La altura verdadera fue, $48^{\circ} 15,9'$.

Después de navegar 32,7 millas al rumbo 133° , se observó el Sol a su paso por el meridiano, obteniendo una latitud observada de $17^{\circ} 52,3' S$. Calcular la longitud en el instante de observar la meridiana.

Desarrollo:

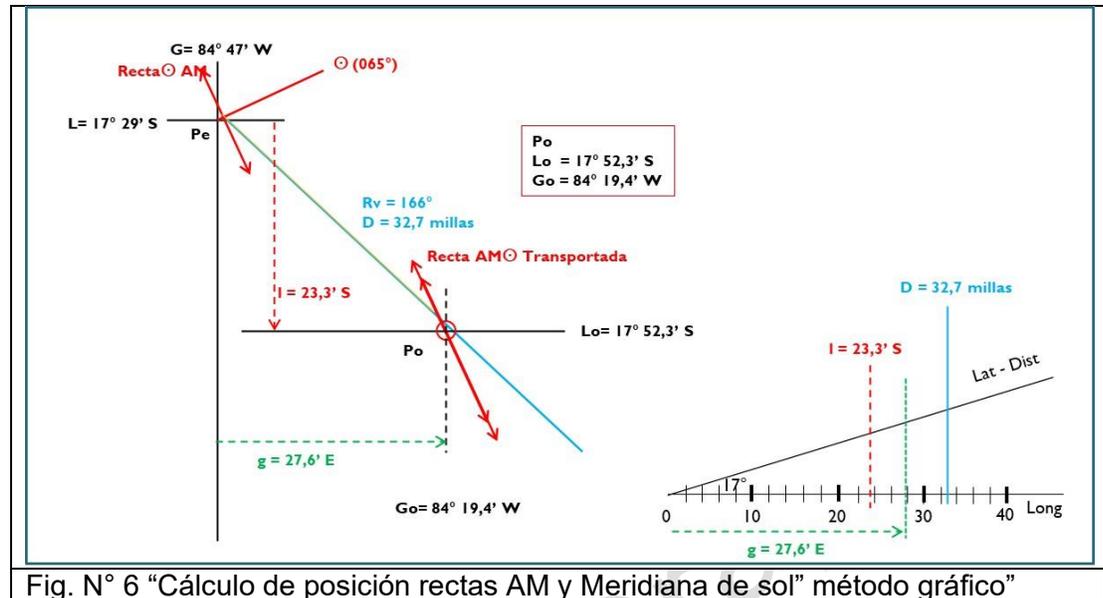
Con la Latitud estimada (Le), Declinación (D) y Ángulo al Polo (P) ($37^{\circ} 15,4' E$), se obtiene una altura calculada de $48^{\circ} 14,6'$, y un azimut al $065,2^{\circ}$. Por lo tanto, el Intercepto es $Av - Ac = 48^{\circ} 15,9' - 48^{\circ} 14,6' = + 1,3'$.

Es decir:

Pe (AM) : $L = 17^{\circ} 29' S$ $G = 84^{\circ} 47' W$
AM sol : $Az = 065^{\circ}$; $I = +1,3$
Estima entre AM y Meridiana: $Rv = 133^{\circ}$ y $Dist = 32,7 M$.
Lo (Mer) : $17^{\circ} 52,3' S$

² A juicio del autor, cualquier de los métodos gráficos son más prácticos que el analítico, por las posibilidades de cometer errores en la matemática. El método gráfico ilustra en mejor forma la navegación efectuada.

³ Este método que indiscutiblemente es más exacto, exige cálculos matemáticos, donde el piloto, por la premura del tiempo, puede cometer errores que afectarían a la posición.



2.- Método analítico con tabla de estima.

Procedimiento

- Se conoce la posición estimada en el instante de la primera observación.
- Este caso es una variante de línea de posición astronómica transportada, adoptando la posición estimada en el instante de cada observación. Se observa y se obtiene un Intercepto y un azimut en el instante de la primera observación.
- Se resuelve un cuadro de estima, en el que además de navegar la distancia y rumbo efectivo recorrido por el buque entre ambas observaciones, se considera como un tramo adicional el Intercepto de la Línea de Posición A.M., con su correspondiente Azimut. De esa forma, se obtiene un punto por el que realmente pasa la Línea de Posición transportada en el instante de efectuar la segunda observación.
- En el instante de la meridiana se calcula la latitud observada.
- La diferencia entre la latitud observada y la estimada, es el error en latitud de la posición por la cual pasa la L.P.A.T.
- Esta diferencia de latitud o error de latitud se multiplicado por el factor de longitud (F), proporciona el error en la longitud por la que pasa la L.P.A. Transportada.

Como en el método de Saint Hilaire, es indispensable calcular el azimut, resulta fácil obtener el factor de longitud usando la fórmula:

$$\text{Factor de longitud} = F = - \frac{1}{\tan Zn \times \cos lat}$$

Ejemplo con los mismos datos anteriores

Es decir:

Pe (AM) : L= 17° 29' S G= 84° 47' W
 AM sol : Az = 065°; I = +1,3
 Estima entre AM y Meridiana: Rv = 133° y Dist = 32,7 M.
 Lo (Mer) : 17° 52,3'S

Resolver un cuadro de estima en que se incorpora el Intercepto como distancia y el Azimut como rumbo, se llega a un punto por el cual pasa la L.P.A. Transportada hasta el instante de observar el paso del Sol por el meridiano. Las coordenadas de esta nueva posición son: 17° 50,8' S, 084° 20,7' W.

Con la Latitud estimada en el instante de la primera observación y el azimut de la L.P.A., se calcula el error en longitud por cada un minuto de error en Latitud de la L.P.A. observada A.M.

Luego se calcula la diferencia de longitud con la fórmula:

$$Dif\ Longitud = \frac{Dif\ Latitud}{\tan Azv \times \cos Lo}$$

Punto estimado AM							
Ls	17	29	S				
Gs	84	47	W				
Rumbo	Distancia	Dif latitud		Apartamiento			
		N	S	E	W		
1	133		-22,3013464	23,915266	23,915266		
2	65,2	1,3	0,54528771	1,18011072	1,18011072		
	suma		0,54528771	-22,3013464	25,0953768		
		l	-21,7560587	Ap	25,0953768		
		Ls	-17,4833333	q	26,3372031		
		LII	-17,8459343	Gs	-84,7833333		
		LM	-17,6646338	GII	-84,3443799		
Punto estimado transportado							
LII	17	50,75	S				
GII	84	20,66	W				

Fig. N° 7 “Cuadro de estima”

Siendo la diferencia de latitud la diferencia entre la latitud observada y la obtenida del cuadro de estima. El Azv es el azimut de la primera recta (AM) y Lo de la segunda recta (meridiana)

La diferencia de latitud o error en latitud es: 1,5' al Sur (17° 52,3' S - 17° 50,8' S = - 1,5').

La diferencia de longitud o error de longitud es: 0,7 E (Dif. longitud = -1,5 / (tan 065,2° x cos -17° 50,8' S))

Por lo tanto, la Longitud observada es: 084° 20,0' W (84° 20,7' - 0,7').

Po:
Lo = 17° 52,3' S
Go = 84° 20,0 W

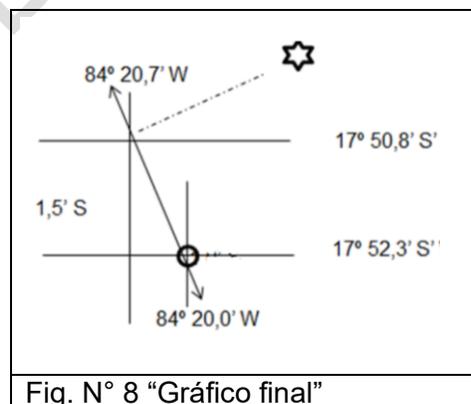


Fig. N° 8 “Gráfico final”

F.- Trazado de tres rectas casi simultaneas (Alessio)

Este es el caso de la observación casi simultánea de tres o más estrellas o planetas, en que la distancia navegada entre ellas es despreciable y no se requiere una exactitud mayor en la posición.

Procedimiento

- Calcular todos los azimuts e interceptos de los astros a partir de un punto estimado (Pe)
- Confeccionar una carta plotting de Fortuna si es necesario.
- Trazar todas las L.P.A. desde el PE.
- La intersección de todas las rectas dará la posición observada.

Ejemplo:

1ª Recta: Capella	2ª Recta: <i>Rigel</i>	3ª Recta: <i>Canopus</i>
Hz = 18h 24min	Hz = 18h 25min	Hz = 18h 26min
Azv = 328°	Azv = 268°	Azv = 202°
I = - 6.3'	I = + 3,5'	I = + 5,5'
Le = 10° 10,4' S	Zh = +3h	
Ge = 045° 32,7' W		

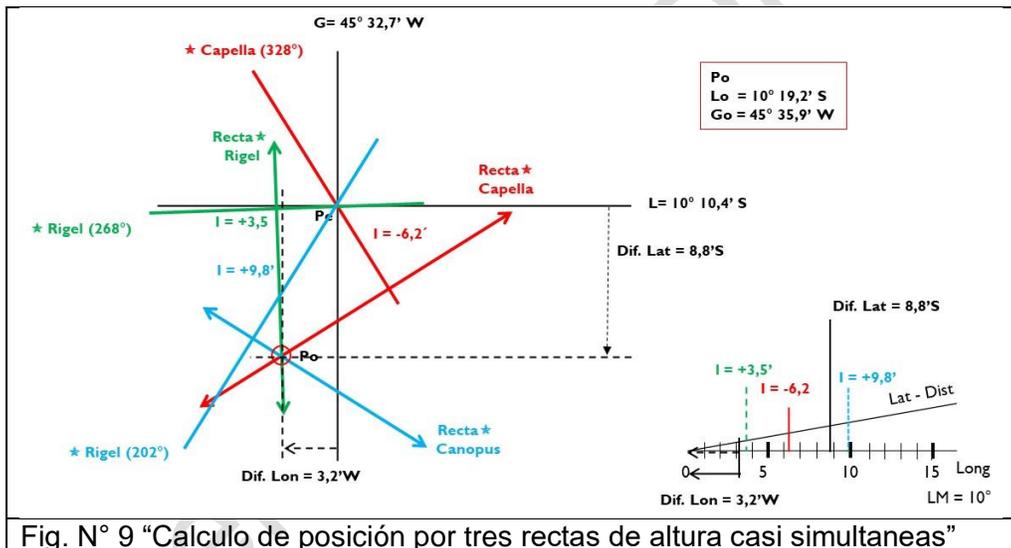


Fig. N° 9 “Calculo de posición por tres rectas de altura casi simultaneas”

G.- Trazado de línea de posición en una rosa de maniobras (AM y Meridiana)

El trazado de las rectas de altura en rosa de Maniobras es similar a la efectuada en carta náutica.

Ejemplo:

Latitud media = 33°

Observación AM

Punto Adoptado AM

$L = 33^\circ S$ y $G = 70^\circ 10' W$

Datos AM = $Az \odot = 049^\circ$ e $I = -8,2$ millas

Datos de estima entre la Recta $AM \odot$ y la Meridiana \odot :

$Rv = 326^\circ$ y $Dv = 32,0$ millas.

Observación meridiana (H = 12h 32m y C = 08,0)

$Lo = 33^\circ 12,3' S$

Calcular Punto observado en la meridiana \odot

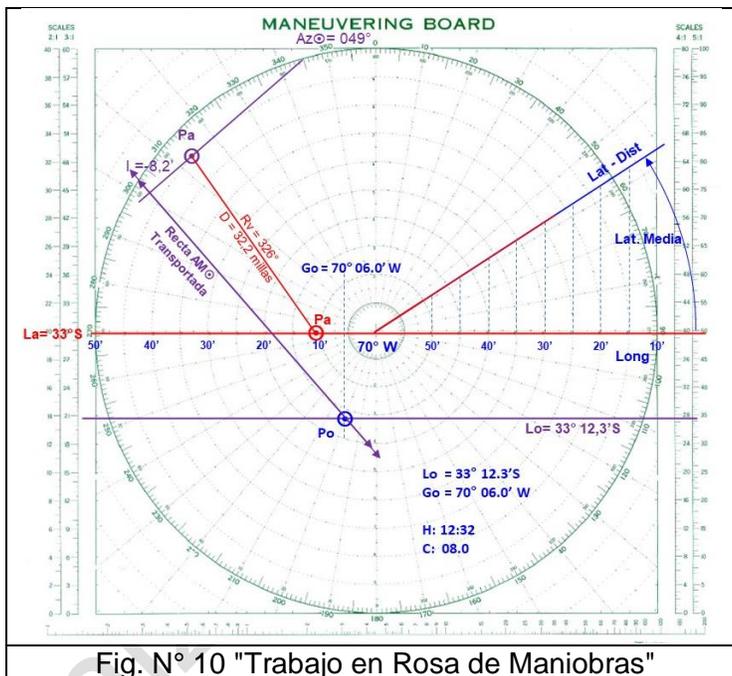


Fig. N° 10 "Trabajo en Rosa de Maniobras"

Procedimiento:

- Trazar latitud media ($LM = 33^\circ$)
- Dibujar la escala de distancia
- Escribir las longitudes de acuerdo al área que se navegue.
- Insertar el punto adoptado AM (Pa)
- Trazar el Rumbo (326°) y la distancia navegada entre la AM y Meridiana (32,2 millas), teniendo presente que la distancia se debe medir en la escala de distancia.
- Marcar el punto adoptado transportada (Pa_T).
- Trazar el azimut (049°) a partir del Pa transportado.
- Marcar el Intercepto ($I = -8,2'$). (Se mide en la escala de distancia)
- Trazar la recta $AM \odot$ (recta transportada).
- Trazar la Latitud observada en la meridiana (Lo).
- La intersección de la recta AM transportada y la Latitud Observada (Lo) corresponde al punto observado (Po).

Respuesta:

$Lo = 33^\circ 12,3' S$; $Go = 70^\circ 06,0' W$; H = 12h 32m; C = 08,0

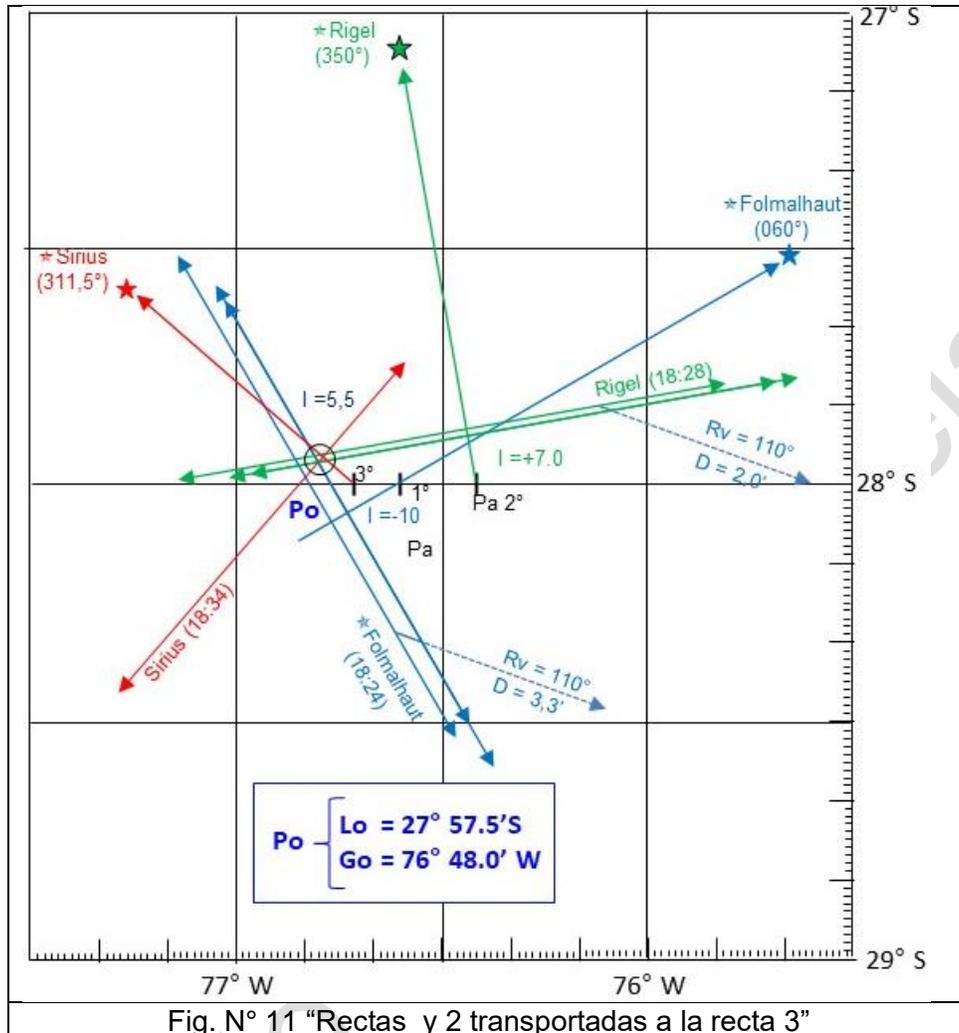
H.- Trazado de tres rectas de altura no simultáneas (Figura N° 11).

En este caso se tienen tres estrellas similares al cálculo anterior, pero en este caso el Piloto se demoró más de lo debido y es necesario corregir ese tiempo en base a la velocidad y al rumbo navegado. Además, en este cálculo no se empleó el punto estimado si no se adoptó un punto para cada una de las rectas de altura. Por último, se utilizó una carta Mercator.

Procedimiento

- En la carta de navegación o en hoja plotting, se sitúan los tres puntos adoptados (Pa) que se emplearon en el cálculo de cada recta.
- Por cada uno de los puntos adoptados, se trazan las rectas de acuerdo con sus respectivos Azv e Interceptos.
- Como las observaciones no fueron simultáneas, se debe llevar las dos primeras rectas a la última. Para ello se traza el rumbo verdadero navegado ($R_v = 110^\circ$) desde la 1ª y 2ª recta.
- Sobre estos rumbos trazados se transporta lo que avanzó el buque entre la respectiva recta y la última, trazando por estos puntos una paralela a la recta correspondiente, obteniendo con ello la recta transportada. En este caso entre la 1° y la 3° se navegó 3',3 (para Fomalhaut) y entre la 2° y 3° fueron 2',0 (para Rigel).
- El corte de las tres rectas en un solo punto dará la situación de la nave o punto observado.
- En caso de formarse nuevamente un triángulo, indica errores sistemáticos y habrá que determinar el punto de acuerdo como será explicado a continuación.

1ª Recta: <i>Fomalhaut</i>	2ª Recta: <i>Rigel</i>	3ª Recta: <i>Sirius</i>
Hz = 18h 24min	Hz = 18h 28min	Hz = 18h 34min
Azv = 060°	Azv = 350°	Azv = 311,5°
I = - 10'	I = + 7,0'	I = + 5,5'
La = 28° S	La = 28° S	La = 28° S
Ga = 76° 37' W	Ga = 76° 26' W	Ga = 76° 43' W



Respuesta:

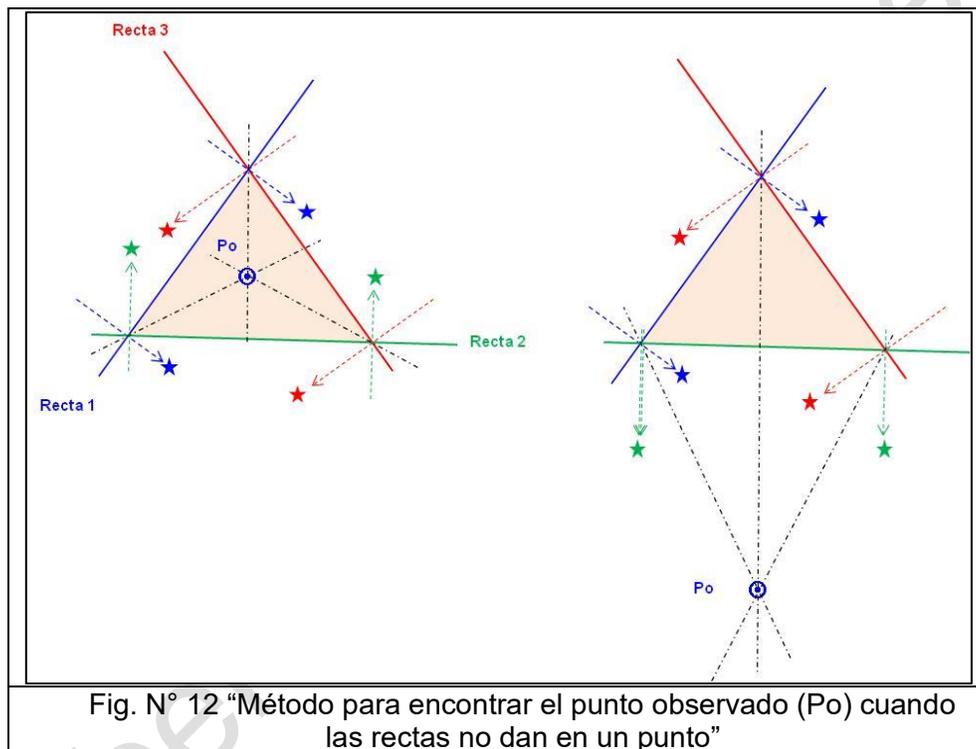
Del gráfico (figura N° 5):

Punto observado: $Lo = 27^\circ 57,5' S$ y $Go = 76^\circ 48,0' W$

I.- Consideraciones en una observación de tres rectas

- Para obtener una buena exactitud de las rectas deben cortarse con un ángulo no menor de 30° ni mayor de 150° .
- Si tres o más rectas se cortan en un punto, no hay duda de que el buque está en la intersección de ellas. Pero si tres rectas no se cortan en un punto, forman un triángulo dentro del que se supone estará el observador, y cuatro, un cuadrilátero.
- Dos rectas no dan, en general, una posición segura por lo cual era necesario calcular tres rectas, utilizando la intersección de las bisectrices de los ángulos formados por el corte entre las rectas para determinar en forma más exacta la situación. La intersección es satisfactoria en general, desde un ángulo mínimo de 50° , entre los azimuts.

- Para punto observado por medio de observaciones de tres astros, se situará primeramente en la carta el Pe por sus coordenadas; enseguida se trazarán los azimuts verdaderos; sobre ellos se aplicarán los interceptos atendiendo a sus respectivos signos y empleando para sus magnitudes la escala de latitudes. Por cada uno de los determinantes así hallados se trazará la recta o línea de posición (perpendicular al Azv) y si las rectas no se cortan en un solo punto, formarán un triángulo, que será tanto más pequeño cuantos menores sean los errores acumulados. (Figura N° 12)
- A continuación, se trazarán por sus vértices las bisectrices de los ángulos formados por los azimuts y la intersección de estas dará el punto observado.



En esta forma el Punto Observado puede hallarse:

- Dentro del triángulo.
- Fuera del triángulo.
- El gráfico Alessio es un buen sistema de aplicar cuando el corte de las rectas no da en un punto.
- Con este método se puede detectar un error sistemático en las observaciones de estrellas; es decir, un error que podrá afectar por igual a cada observación, como por ejemplo un error de índice no bien determinado en el instrumento, mal horizonte, etc.
- Basados en la suposición anterior de que este error es igual para todas las estrellas de la observación, resulta posible que se pueda determinar más exactamente la verdadera ubicación del punto de situación, ajustando adecuadamente las líneas o rectas de posición.

- Un ajuste adecuado significa que cada línea de posición debe ser movida igualmente en distancia y dirección hacia la demarcación de la estrella observada o alejándose de ella, pero todas en el mismo sentido.
- Cuando esto ha sido hecho, el navegante puede cerrar completamente el triángulo o el cuadrado.

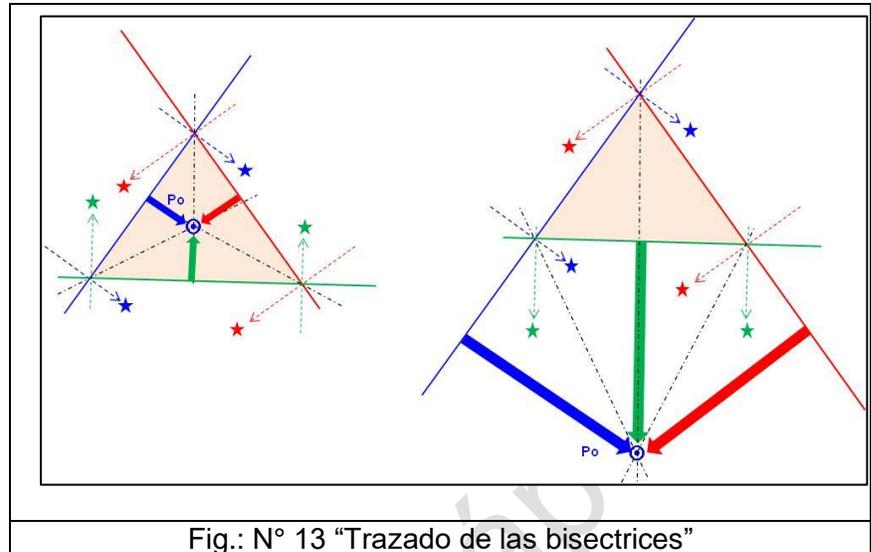


Fig.: N° 13 “Trazado de las bisectrices”

- En la figura N° 13, las líneas llenas representan las rectas de altura de tres estrellas. La dirección en que están los cuerpos observados está indicada por flechas de colores de igual distancia que representa el error sistemático que se tiene en la observación.

J.- Confección de carta Mercator.

Se usa cuando se desea construir rápidamente una carta Mercator, principalmente cuando no se tiene una carta náutica o carta plotting, y ese necesario, por ejemplo, graficar una situación astronómica. Es importante tener presente que el área de la cual se construya la carta **no sea mayor de 4 grados en latitud** y que esta, no sobrepase el paralelo de los 60 grados.

Supongamos que deseamos construir una carta que abarque entre $Lat = 40^{\circ}$ y $44^{\circ}S$ y $G=74^{\circ}$ a $78^{\circ}W$, ver figura N° 7. Separación entre meridianos = 20 mm.

Paso 1: Trazar una línea horizontal. Levantar una perpendicular en el vértice izquierdo. A partir de dicho vértice apliquemos la magnitud que se ha acordado dar entre meridianos. Levantar las perpendiculares por cada uno de ellos que serán paralelos a la primera línea trazada, obteniendo la red de meridianos.

Paso 2: En el vértice izquierdo dibujar un ángulo igual a la **latitud media (42°)**. $(40+44) / 2$.

Paso 3: Los puntos en que los meridianos se cortan con la línea del ángulo correspondiente a la LM, dará el valor de la secante de la latitud media, esto es de la latitud aumentada que le corresponde; la que abatida al meridiano, indicará el punto por el que pasa el paralelo correspondiente, que trazaremos, obteniendo la red de paralelos.

Paso 4: Dividir la distancia que hay entre los meridianos y los paralelos entre sí, se obtendrá la subdivisión correspondiente en la escala de latitudes y longitudes.

Hay que tener presente que el hecho de calcular la secante con la latitud media, **no es exacto**, por lo que una carta así construida, debe considerarse como un medio de fortuna.

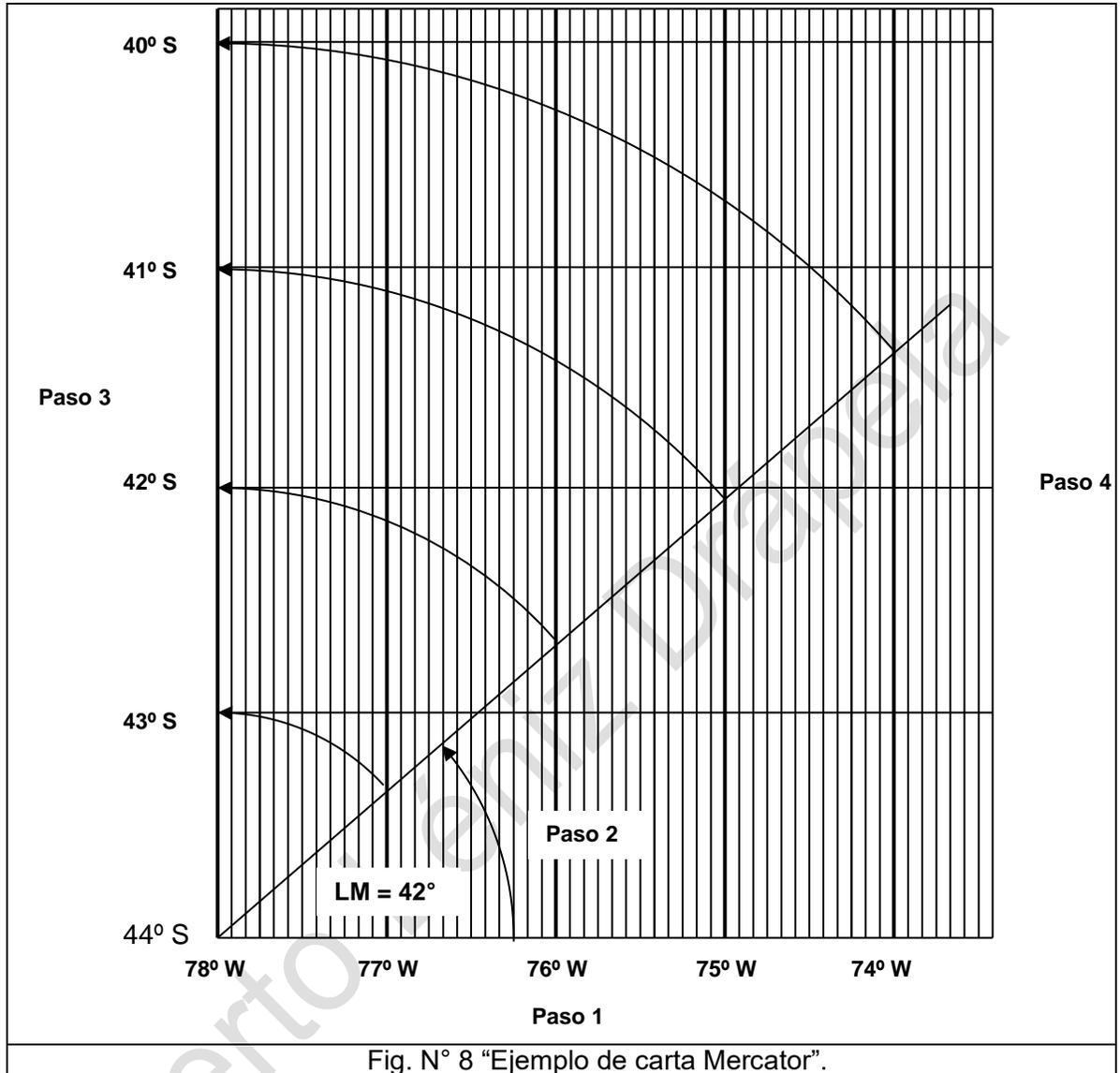


Fig. N° 8 “Ejemplo de carta Mercator”.