

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DEL LITORAL
INSTITUTO DE TECNOLOGÍAS**
**PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN TECNOLOGÍA EN
PESQUERÍA**



SEMINARIO DE GRADUACIÓN

“SOLUCIÓN COMPLETA A PARTIR DE LA OBSERVACIÓN DE
UN ASTRO, PARA EL PLOTEO DE UNA RECTA DE ALTURA,
USANDO EL ALMANAQUE NÁUTICO Y LA TABLA 229”

TESINA:

DETERMINANTES DE LA RECTA DE ALTURA

Previa obtención del título de:

TECNÓLOGO PESQUERO

PRESENTADO POR:

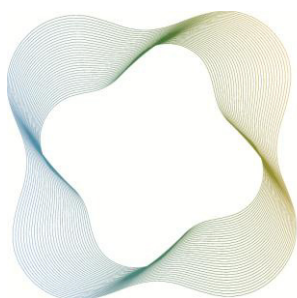
EFRÉN ENRIQUE MEDINA SUÁREZ

ANCÓN – ECUADOR

2013

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

INSTITUTO DE TECNOLOGÍAS



INTEC
Instituto de Tecnologías
Escuela Superior Politécnica del Litoral



Protep
Programa de Tecnología en Pesquería

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN TECNOLÓGICA EN PESQUERÍA

Tesina:

DETERMINANTES DE LA RECTA DE ALTURA

Presentado por:

EFRÉN ENRIQUE MEDINA SUÁREZ

Bajo la dirección del Licenciado

Luis Alfredo Zhingri Ortega

Ancón – Ecuador

2013

Dedicatoria

La siguiente Tesina de Graduación la dedico a Mary Suárez Del Pezo, **mi querida madre**; a Carmen Del Pezo Ángel (que en paz descanse) y Marcelo Suárez Ángel, **mis inolvidables abuelos**.

Y de manera general a la **Escuela** Fiscal Mixta N° 2 “Franz Warzawa” y al **Colegio** Fiscomisional “Santa María Del Fíat.

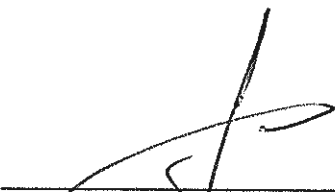
Agradecimiento

Agradezco con infinito amor a **Dios** creador por darme la oportunidad de vivir.

También de manera particular a la **familia Suárez – Del Pezo** por el apoyo incondicional que me brindó desde mi niñez hasta el día de hoy.

Y del mismo modo a los Directivos del Programa de Tecnología Pesquera – **PROTEP** y a mis estimados profesores.

TRIBUNAL DE GRADO



ING. FRANCISCO PACHECO B.
PRESIDENTE

LCDO. LUIS ZHINGRI ORTEGA
PROFESOR GUÍA

TCNLG. KLEBER HERRERA P.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta ***Tesina de Grado***, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ***ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL***”

Efrén Enrique Medina Suárez

RESUMEN

En los actuales días que vivimos rodeados de tanta tecnología se podría pensar que los métodos usados en navegación en siglos pasados quedaron en la historia, pero sin duda es necesario conocerlos por cualquier tipo de eventualidad que pueda pasar.

La presente tesina “Determinantes de la recta de altura” presenta la descripción del conjunto de datos de tres elementos únicos con los que se puede trazar una recta de altura en una carta para obtener una situación; para ello se presenta cuatro capítulos que acometen la presentación e indican el cómo llegar a obtenerlas.

En el **capítulo uno** encontrará la definición, clases de recta de altura y utilidad.

En el **capítulo dos** se describe el círculo de igual altura, método usado también para encontrar una situación.

El **capítulo tres** menciona el método de intercepto de altura, técnica de ploteo de la línea de posición celeste donde solamente pequeños segmentos de radio y pequeños segmentos de círculo de igual altura son considerados para el ploteo sobre la carta náutica.

Con la navegación de estima se obtiene la posición estimada latitud y longitud, esta es considerada para después convertirse en posición asumida latitud y longitud asumida respectivamente a través de los datos de GHA computado y declinación que encontremos en el Almanaque náutico, con lo cual se localizará el LHA entero, argumento que se usará en la tabla 229, estos datos se registran en el formato de reducción de observaciones.

Los radios de círculo de igual altura siempre caen en dirección de la posición geográfica del cuerpo celeste, por lo que la línea de posición se puede dibujar perpendicular a la marcación o azimut verdadero, el problema básico resuelto por el método de intercepto de altura reconstituye el

posicionamiento de la línea de posición a lo largo de la línea del azimut verdadero. Para encontrar la distancia desde la posición asumida a lo largo de la línea de azimut verdadero solamente es necesario encontrar las diferencias entre la altura computada y observada; realizando este mismo proceso para un segundo cuerpo celeste, al plotear, en la intercepción con la primera estaría el punto exacto del observador.

Y en el **capítulo cuatro** se encuentra la integración de las tres determinantes, donde se ilustra su ploteo según el proceso descrito en los capítulos anteriores.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	4
1. LA RECTA DE ALTURA	4
1.1. DEFINICIÓN DE LA RECTA DE ALTURA.....	4
1.2. CLASES DE RECTAS DE ALTURA	4
1.3. UTILIDAD DE UNA RECTA DE ALTURA.....	5
CAPITULO II	6
2. MÉTODO DEL INTERCEPTO DE ALTURA	6
2.1. CÍRCULO DE IGUAL ALTURA	6
CAPITULO III	11
3. DETERMINACIÓN DE: LA POSICIÓN ASUMIDA ($AP - La, \lambda a$), DISTANCIA DE INTERCEPTO (a Intercept) Y DEL AZIMUT VERDADERO (Z_n).....	11
3.1. DETERMINACIÓN DE LA POSICIÓN ASUMIDA, ($AP - La, \lambda a$).	11
3.1.1. Determinación de la Posición Estimada EP.....	12
3.1.2. LOCALIZACIÓN DE LA LONGITUD ASUMIDA (λa) EN FUNCIÓN DEL GHA Y LA DECLINACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÁNGULO HORARIO LOCAL LHA	13
Ejemplo Nº 1: Determinación de la Longitud Asumida	16
Ejemplo Nº 2:	19
3.1.3. DETERMINACIÓN DE LA LATITUD ASUMIDA (La)	22
Ejemplo Nº3:	22
Ejemplo Nº4:	22
3.2. DETERMINACIÓN DEL INTERCEPTO DE ALTURA (a intercept)	23
3.2.1. MÉTODO DE INTERCEPTO DE ALTURA. <i>Por Marq de Saint-Hilaire</i>	23
3.3. DETERMINACIÓN DE EL AZIMUT NÁUTICO (Z_n)	27
3.3.1. Azimut	27
3.3.2. Azimut Náutico.....	27
Ejemplo Nº5:	29
3.3.3. Interpolación	30
CAPITULO IV	33
4. APLICACIÓN DEL FORMATO DE REDUCCION	33

4.1. INTEGRACIÓN DE LAS DETERMINANTES DE LA RECTA DE ALTURA	33
Ejemplo Nº 6	33
4.2. PROCEDIMIENTO DEL PLOTEO DE LA RECTA DE ALTURA	34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
BIBLIOGRAFÍA.....	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura No 1: Representación de la Recta de Altura	4
Figura No 2: Utilidad de una Recta de Altura. Con el uso de Rectas de Alturas obtenemos una situación.....	5
Figura No 3. Ilustración del Círculo de Igual Altura	6
Figura 4: Dos círculos concéntricos de igual altura.....	7
Figura 5: Un triángulo de navegación.	8
Figura 6: Círculo de igual altura para H o 60°	8
Figura 7: Una PA que no está en el círculo observado de igual altura.....	9
Figura 8: Determinación de un fijo celeste usando dos círculos de igual altura.....	10
Figura No 9: Figura de la Determinación de la Posición Asumida AP	12
Figura No 10: Globos Terráqueos. Representación de las Coordenadas Terrestres Latitud y Longitud.....	12
Figura No 11: Dos posibles relaciones entre una estrella y los meridianos de Greenwich y local.....	14
Figura No 12: Determinación de la Latitud Asumida	15
Figura No 13: Determinación de la Latitud Asumida	22
Figura 14: Método altura – intercepto, H_o más grande que H_c	26
Figura No 15: Representación del Azimut Náutico	27
Figura No 16: Representación del Azimut Náutico	28
Figura No 17: Dirección del Azimut Náutico en sentido de las manecillas del reloj.....	29
Fig. No 18 Procedimiento de integración de las Determinantes de la Recta de Altura.	33
Figura N19 Ploteo de una recta de altura de Venus.	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No 1: Interpolación del Azimut Náutico.....	31
---	----

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el avance de la tecnología enlazada con los múltiples descubrimientos del hombre y su diaria búsqueda por el conocimiento es esencial. El GPS, que determina la posición más aproximada de un observador en el aire, mar y tierra, es sin duda, el artificio más accesible y confiable que el humano utiliza en pleno siglo XXI; no obstante, por cualquier eventualidad anormal que pueda ocurrir sobre la faz de la tierra y que afecte directamente a este medio, se vuelve imprescindible optar por otras alternativas que permitan realizar las veces de GPS, pero de manera manual, lógica, usando la noción mental, las matemáticas, las mismas que ayudarán a resolver problemas de navegación sin necesidad de tanta tecnología.

El Capitán de la Marina Mercante de los Estados Unidos, Thomas H. Summer y el comandante de la marina de Francia Adolphe-Laurent-Anatole Marcq de Blonde de Saint-Hilaire son los padres de la Navegación Astronómica (Celeste) moderna.

El primero, descubrió la Recta de Altura, que navegando de América del Norte a Inglaterra en el año 1837, tras varios días sin poder observar por estar el cielo cubierto, aprovechando un claro en el cielo pudo tomar una altura de Sol y anotar la hora del cronómetro. Con estos elementos y la Situación de Estima EP pudo señalar un punto observado en la carta. Reflexionando sobre dicha situación y admitiendo, desde luego, que en el cálculo de la misma, la latitud empleada debía ser errónea, repitió el cálculo varias veces empleando latitudes algo mayores y menores que la de estima y cuando consiguió los nuevos puntos resultantes sobre la carta, observó con sorpresa que todos ellos se hallaban en línea recta y entonces supuso

que el barco debía encontrarse sobre esta línea recta. Como que ésta línea pasaba casualmente por encima del faro de Smalls, decidió dar rumbo en esta dirección y al cabo de un tiempo, pudo observar que tenía dicho faro por la proa.

Al llegar a puerto, dio conocimiento de su descubrimiento, que fue estudiado y proporcionó lugar a los círculos de alturas iguales y, como espacio geométrico que sustituye a las curvas de alturas iguales a las rectas de altura, que en lo sucesivo se llamaron Secantes de Altura Summer. Posteriormente nacieron la Secante Borda, la Tangente Johson, la Tangente Cerca del Meridiano y la tangente Marq de Saint – Hilaire.

El segundo, inventó el Método del Intercepto de Altura para plotear una Línea de Posición Celeste LOP en el año 1875, como una alternativa de métodos engorrosos entonces en boga. Originalmente el método empleó dos ecuaciones trigonométricas llamadas las fórmulas “Coseno – Seno Verso”, que fueron difíciles de resolver por métodos manuales. En 1930 Ogura, un japonés, desarrolló una solución más conveniente basada en el uso de ciertas Tablas de Reducción de Observaciones.

En nuestros días, se usa con más frecuencia el Método de Intercepto de Altura para conseguir una Línea de Posición Celeste LOP.

El Método de Intercepto de Altura es una técnica alterna de ploteo de la línea de la Línea de Posición (LOP) Celeste, ayuda a conseguir las Tres Determinantes de la Recta de Altura y realizar su respectivo ploteo en la carta de Navegación.

Este método elimina las desventajas del círculo de igual altura. En la práctica usual de la Navegación Celeste, se utiliza datos Almanques, el Almanaque Náutico o el Almanaque Aéreo en unión de una de las dos Tablas de Reducción de Observaciones, para producir una Altura Computada (H_c) de un cuerpo que se observa desde una Posición Asumida (AP) del observador.

En su forma actual, el Método del Intercepto de Altura no requiere más que un poco de habilidad para plotear sobre una carta, para buscar datos requeridos en las tablas y, sumar, restar, interpolar valores.

En esencia, en el Método de Intercepto de Altura solamente pequeños segmentos del radio y la circunferencia del Círculo de Igual Altura es ploteado sobre una carta o una hoja de ploteo.

Para la elaboración de esta Tesina de Graduación se ha optado como metodología de investigación el uso del internet, documentos que proporcionó el tutor del Seminario, apuntes de las clases, el Volumen dos del SightReductionfor Marine Navigation y el libro A Short Guide to Celestial Navigation para el tema **Determinantes de la Recta de Altura**.

En el siguiente documento podrá encontrar una guía básica y elemental, definiciones, ejemplos, figuras, bibliografías, que ayudarán al correcto cálculo de las Determinantes de la Recta de Altura, para su ploteo posterior sin complicaciones.

CAPÍTULO I

LA RECTA DE ALTURA

1.1. DEFINICIÓN DE LA RECTA DE ALTURA

La Recta de Altura es la **línea de posición** por excelencia usada en navegación astronómica, descubierta por casualidad en 1837 por el capitán Thomas H. Sumner. La recta de altura, es en realidad una aproximación al Círculo de Posición, o Círculo de Alturas Iguales, en el entorno cercano a la posición verdadera del observador, en donde se confunde arco y cuerda o arco y tangente. Este ingenioso artificio matemático permite simplificar notablemente los cálculos para obtener la recta, y poder dibujarla en la carta náutica mercatoriana.

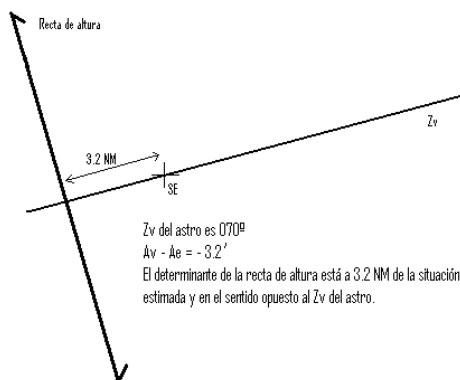


Figura No 1. Representación de la Recta de Altura. ¹

1.2. CLASES DE RECTAS DE ALTURA

Secantes al círculo de alturas iguales:

- Recta Sumner o secante por corte con los paralelos.
- Secante por corte con los meridianos.

Tangentes al círculo de alturas iguales:

- Tangente Johnson.

SEMINARIO

“SOLUCIÓN COMPLETA A PARTIR DE LA OBSERVACIÓN DE UN ASTRO, PARA EL PLOTEO DE UNA RECTA DE ALTURA, USANDO EL ALMANAQUE NÁUTICO Y LAS TABLAS 229”

- Tangente Borda.
- Tangente Marcq de Saint-Hilaire.

1.3. UTILIDAD DE UNA RECTA DE ALTURA

Combinada con otro lugar geométrico (demora, distancia, rumbo verdadero) obtenemos una situación.

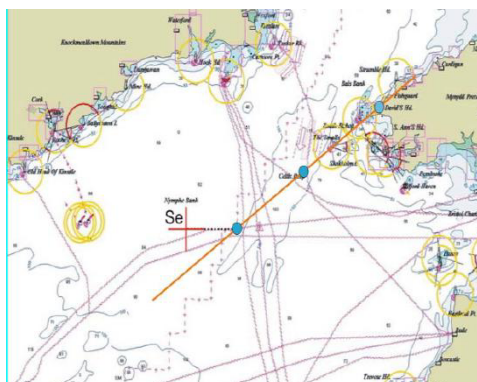


Figura No 2. Utilidad de una Recta de Altura. Con el uso de Rectas de Alturas obtenemos una situación.²

CAPITULO II

MÉTODO DEL INTERCEPTO DE ALTURA

2.1. CÍRCULO DE IGUAL ALTURA

Una Línea de Posición Celeste LOP puede producirse por observación a un cuerpo celeste, ploteando un círculo sobre la superficie de la tierra con radio igual a la coaltura del cuerpo, centrado en la posición geográfica PG del mismo a la hora de la observación. Una Línea de Posición celeste de este tipo, llamada un Círculo de Igual Altura no se considera práctica para los cuerpos de alturas menores a 87° por la inmanejable longitud del radio de la coaltura resultante.

Para ilustrar los conceptos básicos necesarios para obtener una línea celeste de posición, supóngase, que un poste de acero esté elevado perpendicularmente a una superficie plana y un alambre fuera estirado de su tope a la superficie en un ángulo de 60° . Si el chicote del alambre fuera rotado alrededor de la base del poste, sería descrito un círculo como muestra en la figura.

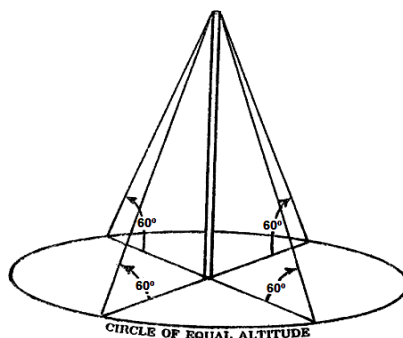


Figura No 3. Ilustración del Círculo de Igual Altura. ³

Entonces en cualquier punto de este círculo el ángulo de entre el alambre y la superficie sería la misma, 60° . Tal círculo se llama Círculo de igual altura.

En la figura 4, muestra dos círculos concéntricos de igual altura en tal superficie esférica, centrados en el lugar de la base PG del poste. En todos los puntos sobre la circunferencia del círculo más pequeño el ángulo formado por el alambre y el plano tangente es 60° , mientras que los ángulos medidos a lo largo del círculo más grande son todos de 30° .

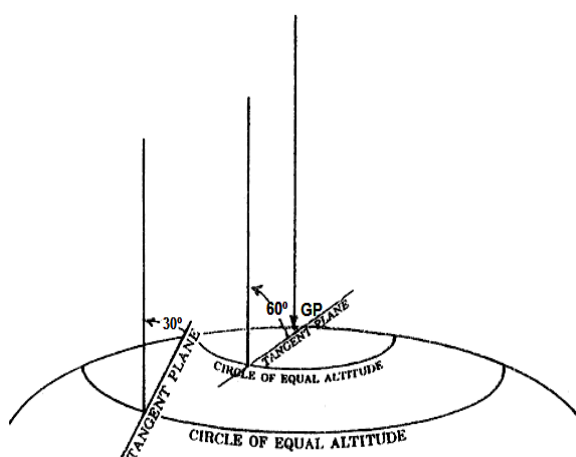


Figura 4. Dos círculos concéntricos de igual altura⁴

Supóngase que un cuerpo celeste fuera observado y se encuentra que está a una altura de 60° al horizonte celeste del observador, y que su posición geográfica en el momento de su observación fuera determinada 30° N, longitud 30° W, presúmase que la PA del observador determinada por DR fuera de latitud 10° N y longitud 10° W. Asumiendo que un globo de suficiente escala estuviera disponible, un triángulo de navegación similar al de la figura 5 se podría construir ploteando las coordenadas.

SEMINARIO

“SOLUCIÓN COMPLETA A PARTIR DE LA OBSERVACIÓN DE UN ASTRO, PARA EL PLOTEO DE UNA RECTA DE ALTURA, USANDO EL ALMANAQUE NÁUTICO Y LAS TABLAS 229”

Ahora ploteamos un círculo de igual altura cerca de la posición geográfica del cuerpo, desde el cual se puede observar una altura de 60° . Para hacer esto, asumamos por el momento la Posición Asumida del observador coincida con su posición actual. Si este fuera el caso, si el radio del círculo de igual altura tendría la misma longitud que la coaltura del triángulo de navegación del observador; expresado, un ángulo, esto es 90° (el cenit del observador) $- 60^\circ$ (altura del cuerpo), 30° .

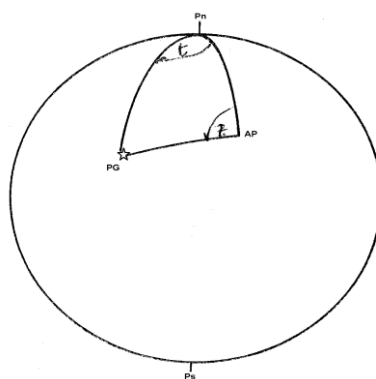


Figura 5. Un triángulo de navegación⁵

Puesto que la coaltura es un segmento de un círculo vertical, que por sí mismo, un grado de un gran círculo que subtiende 60 millas náuticas sobre la superficie de la tierra puede ser utilizada para encontrar la longitud lineal de la coaltura; esto es 30° por 60 millas, o 1800 millas.

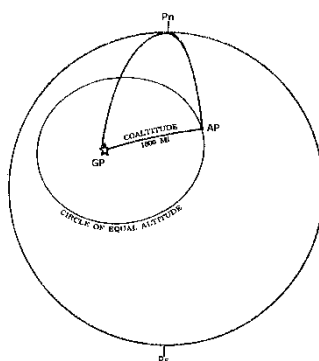


Figura 6. Círculo de igual altura para H o 60° ⁶

Así, el círculo de igual altura podría ser formado trazando un arco de radio 1800 millas alrededor de la posición geográfica del cuerpo, supóngase que la Posición Asumida del observador fue en efecto una distancia pequeña desde su posición actual, como generalmente es en la práctica. En esta situación, la Posición Asumida, probablemente caerá fuera del círculo como la figura siguiente, ya sea más cerca o más leja de la posición geográfica del cuerpo.

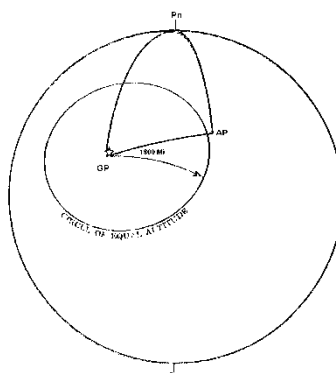


Figura 7. Una PA que no está en el círculo observado de igual altura.⁷

Para encontrar una posición exacta, esto es el fijo celeste, el observador podría ver un segundo cuerpo celeste y plotear un segundo círculo de igual altura alrededor de su posición geográfica. Normalmente los dos círculos interceptarían en dos lugares; la posición del observador debe estar localizada en una de las intersecciones, usualmente la más cerca de la posición asumida del observador, como muestra la figura siguiente.

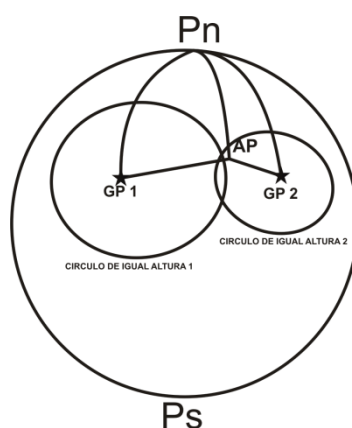


Figura 8. Determinación de un fijo celeste usando dos círculos de igual altura.⁸

SEMINARIO

“SOLUCIÓN COMPLETA A PARTIR DE LA OBSERVACIÓN DE UN ASTRO, PARA EL PLOTEO DE UNA RECTA DE ALTURA, USANDO EL ALMANAQUE NÁUTICO Y LAS TABLAS 229”

Un método alternativo de plotear la recta de altura por consiguiente, ha sido descrito donde, solamente una pequeña parte de la coaltura y círculo de la coaltura para cada cuerpo es ploteada.

CAPITULO III

DETERMINACIÓN DE: LA POSICIÓN ASUMIDA ($AP - L_a, \lambda_a$), DISTANCIA DE INTERCEPTO (a Intercept) Y DEL AZIMUT VERDADERO (Z_n).

3.1. DETERMINACIÓN DE LA POSICIÓN ASUMIDA, ($AP - L_a, \lambda_a$).

El problema de la Navegación Astronómica puede decirse que, ha sido siempre un problema de longitudes (λ) ya que, desde tiempos muy remotos, se conocía que la Estrella Polar estaba prácticamente en el Polo Norte (P_n) y de ella se valió el navegante para determinar la latitud en que se encontraba.

El problema de la determinación de la Longitud (λ) es un problema de cronómetro y por tanto, de Horarios de los astros. El descubrimiento del cronómetro y la tabulación de los Horarios de los astros han permitido calcular con exactitud la Longitud (λ) en que se encuentra un observador.

Para la determinación de la Posición Asumida AP primero se calcula la Latitud de estima L_e y la Longitud de estima λ_e , esto es la Posición Estimada EP ; luego se transforma a Latitud asumida L_a y Longitud asumida λ_a , con lo cual queda definida la Posición Asumida AP .

SEMINARIO

“SOLUCIÓN COMPLETA A PARTIR DE LA OBSERVACIÓN DE UN ASTRO, PARA EL PLOTEO DE UNA RECTA DE ALTURA, USANDO EL ALMANAQUE NÁUTICO Y LAS TABLAS 229”

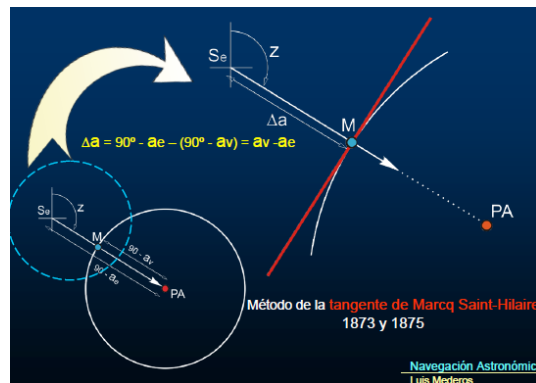


Figura No 9. Figura de la Determinación de la Posición Asumida AP. ⁹

3.1.1. Determinación de la Posición Estimada EP

La navegación estimada, llamada también de estima, es la que proporciona una solución analítica y de desarrollo para obtener las Coordenadas Terrestres (situación del buque).

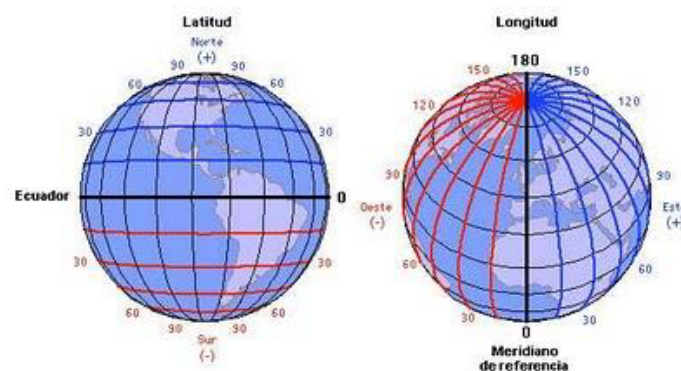


Figura No 10. Globos Terráqueos. Representación de las Coordenadas Terrestres Latitud y Longitud¹⁰

3.1.2. LOCALIZACIÓN DE LA LONGITUD ASUMIDA (λ_a) EN FUNCIÓN DEL GHA Y LA DECLINACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÁNGULO HORARIO LOCAL LHA

Una vez definidas la Posición Estimada EP del observador a la hora de la observación a través de la Navegación de estima, el siguiente proceso es encontrar la Posición Asumida AP.

Para definir la Longitud Asumida λ_a es necesario tener los datos de GHA (Ángulo Horario de Greenwich) computado; para esto la hora anotada al momento de la observación ZT (Hora de Zona Local) se la transforma a hora GMT (Greenwich Meridian Time) usando el Diagrama del Tiempo; para el GHA de las estrellas (que son las que no incluyen GHA en el Almanaque Náutico) se ha establecido la siguiente fórmula:

$$\text{GHA} \star = \text{GHA ARIES} + \text{SHA} \star$$

Dónde: el GHA de Aries se encuentra en las Páginas Blancas Diarias del Almanaque Náutico y el SHA de las estrellas en el mismo lugar.

Cuando: $\text{GHA} \star$ es $> 360^\circ$ se procede a realizar la siguiente relación para el GHA, denominado en este caso computado:

$$\text{GHA computado} = \text{GHA} \star - 360^\circ$$

Este dato de GHA obtenido y la Longitud asumida λ_a ayudará a obtener el LHA, que es un segundo argumento de entrada para las Tablas N° 229 para uso posterior.

El Ángulo Horario Local (LHA) de un cuerpo celeste es definido como *el ángulo horario medido desde el meridiano celeste del observador al círculo*

horario del cuerpo; siempre es medido en una dirección hacia el W e incrementa de 0° a 360° conforme la tierra rota debajo de la esfera celeste.

Para el propósito de Reducción de Observaciones, el LHA se mide desde el meridiano de la Posición Asumida. Puesto que *la Longitud Asumida se define como el ángulo horizontal entre el meridiano de Greenwich y el punto de la Posición Asumida AP del observador*, la siguiente relación existe entre el Ángulo Horario Local (LHA), el GHA del cuerpo y la Longitud asumida (λ a).

Esta relación puede ser vista fácilmente en la Figura 11:

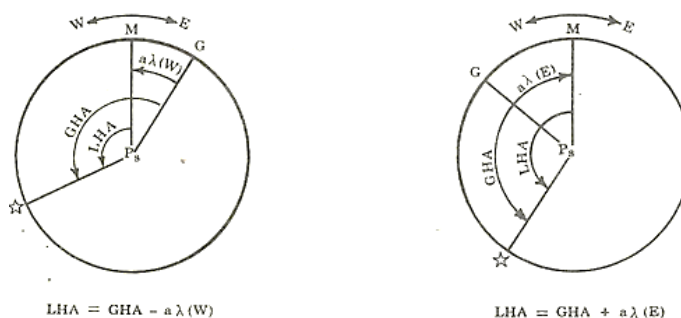


Figura No 11. Dos posibles relaciones entre una estrella y los meridianos de Greenwich y local¹¹

Ocasionalmente la Longitud asumida λ puede ser Oeste (W) y ésta ser mayor que el GHA del astro, lo que provocaría un LHA negativo.

Cuando esto ocurra al GHA del astro se le suma 360° antes de restar la Longitud asumida λ Oeste (W), para finalmente llegar a lograr un LHA positivo equivalente.

Para entrar a las tablas N° 229 se necesita un LHA entero, la Longitud Asumida λ combinada con el GHA (uso del Almanaque Náutico) dará un LHA entero.

Por tanto se establecen las siguientes correspondencias:

SEMINARIO

“SOLUCIÓN COMPLETA A PARTIR DE LA OBSERVACIÓN DE UN ASTRO, PARA EL PLOTEO DE UNA RECTA DE ALTURA, USANDO EL ALMANAQUE NÁUTICO Y LAS TABLAS 229”

- Si el observador está en Longitud estimada Este λ_eE (DR Long E), los minutos de Longitud Asumida λ_a deben ser escogidos de tal forma que, al sumar los minutos de Longitud asumida Este $\lambda_a E$ con los minutos de GHA resulte sesenta minutos (60'), que es lo mismo que un grado (1°).
- La fórmula a usar es: **LHA entero = GHA astro + Longitud asumida λ_a (Este) → DR Long Este**
- Si el observador está en Longitud estimada Oeste λ_eW (DR Long W), los minutos de Longitud Asumida Oeste λ_aW deben ser iguales a los minutos del GHA, de tal forma que el GHA menos la Longitud asumida λ_a sea igual a un LHA entero.

La fórmula a usar es: **LHA entero = GHA astro - Longitud asumida λ_a (Oeste) → DR Long Oeste**

La distancia entre la Posición Asumida AP y la Línea de Posición LOP es igual a ***aintercept*** (una tercera determinante de la Recta de Altura) y, no debe ser excesiva; para esto se cumple que:

“La Longitud Asumida λ_a escogida no debe estar alejada más de treinta minutos de longitud, desde la longitud DR al momento de la observación.”

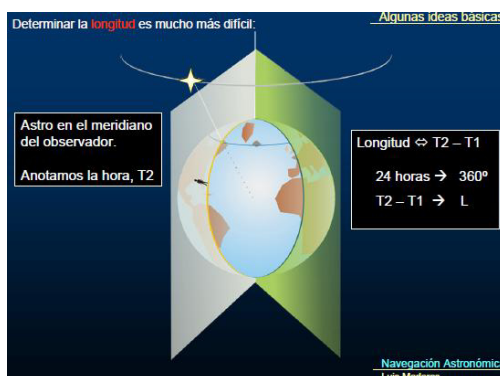


Figura No 12. Determinación de la Latitud Asumida¹²

Con los siguientes ejemplos que se citan a continuación se demostrará el cálculo de la Longitud Asumida λ_a :

Ejemplo N° 1: Determinación de la Longitud Asumida

La estrella Canopus¹³, con un GHA computado de $246^{\circ}08.6'$; DR Long Este (Longitud estimada Este λ_eE) de $163^{\circ}05.7'$ E. Se pide calcular la Longitud Asumida λ_a y el LHA entero.

Para calcular el valor exacto del LHA desde una Posición Asumida AP a la DR Long, la fórmula:

$$\text{LHA entero} = \text{GHA astro} + \text{Longitud asumida } \lambda_a \text{ (Este)} \rightarrow \text{DR Long Este}$$

En donde el GHA y la DR Long Este λ_eE deben dar como resultado un LHA entero, por lo que los minutos de la longitud asumida seleccionada deben escogerse de tal forma que cuando se añadan a los minutos del GHA el resultado sea sesenta minutos o un grado. Los minutos (m) de la Longitud asumida λ_a convienen por consiguiente satisfacer la ecuación (esta ecuación sólo se cumple cuando la DR Long es Este):

$$(60' \text{ ó } 1^{\circ}) = \text{minutos del GHA calculado} + m$$

Dónde: * **(60' ó 1°)** es el grado entero que se necesita para encontrar un LHA entero.

* **minutos del GHA calculado** son los minutos en décimas más cercanas del GHA calculado o tabulado.

* **m** son los minutos de Longitud asumida Este λ_eE escogidos.

Y despejando esta ecuación:

$$m = (60' \text{ ó } 1^\circ) - \text{minutos del GHA calculado}$$

Y por ende los minutos Longitud asumida λ aEste elegidos de Canopus son:

$$m = (60' \text{ ó } 1^\circ) - \text{minutos del GHA calculado}$$

$$m = (60' \text{ ó } 1^\circ) - 08.6'$$

$$m = 51.4'$$

Obviamente, los minutos escogidos deben ser 51.4'. Ahora se debe tener cuidado para escoger los grados de la Longitud Asumida de tal forma que el resultado esté dentro de 30 minutos de la longitud DR. Una Longitud Asumida $163^\circ 51.4'$ excedería a este límite, de tal forma que el valor $162^\circ 51.4'$ es seleccionado. Añadiendo este valor al GHA computado, produce el LHA entero de 409° , y como este resultado es mayor que 360° , se restan 360° para formar el LHA equivalente de 49° .

Para constancia, se realiza la siguiente demostración:

$$\text{LHA entero} = \text{GHA astro} + \text{Longitud asumida } \lambda \text{a (Este)} \rightarrow \text{DR Long Este}$$

GHA astro	$246^\circ 08.6'$		
+ DR Long Este	<u>$163^\circ 05.7' \text{ E}$</u>	$05.7'$	$\rightarrow$ Este valor es reemplazado por $m=51.4'$, la Longitud asumida λ a (Este) sería $163^\circ 51.4'$

Así:

GHA astro	$246^\circ 08.6'$
+ λa Este	<u>$162^\circ 51.4' \text{ E}$</u>
LHA entero	$409^\circ 00'$

SEMINARIO

“SOLUCIÓN COMPLETA A PARTIR DE LA OBSERVACIÓN DE UN ASTRO, PARA EL PLOTEO DE UNA RECTA DE ALTURA, USANDO EL ALMANAQUE NÁUTICO Y LAS TABLAS 229”

La siguiente aclaración serviría para designar bien los grados de Longitud asumida λ_a (Este):

Cuando los minutos seleccionados de Longitud asumida λ_a (Este) m sean mayores a treinta minutos (como lo es este caso), a los grados de DR Long Este se le resta un grado, de darse lo contrario los mismos grados de DR Long Este son escogidos.

Por lo que grados de Longitud asumida λ_a (Este), cuando $m > 30'$ será igual a:

$$\text{Grados de Longitud asumida } \lambda_a \text{ (Este)} = \text{Grados de DR Long Este} - 1^\circ$$

Para este ejemplo, los grados de Longitud asumida λ_a (Este) será igual a:

$$\text{Grados de Longitud asumida } \lambda_a \text{ (Este)} = \text{Grados de DR Long Este} - 1^\circ$$

$$\text{Grados de Longitud asumida } \lambda_a \text{ (Este)} = 163^\circ\text{E} - 1^\circ$$

$$\text{Grados de Longitud asumida } \lambda_a \text{ (Este)} = 162^\circ\text{E}$$

Como resultado, la Longitud Asumida λ_a (Este) es $162^\circ 51.4'$

Como el LHA entero es mayor a 360° , el LHA computado sería:

$$\text{LHA computado} = \text{LHA entero} - 360^\circ$$

$$\text{LHA computado} = 409^\circ - 360^\circ$$

$$\text{LHA computado} = 49^\circ$$

Ejemplo N° 2:

Con un GHA computado del Sol de $4^{\circ}08.5'$ y DR Long Oeste de $64^{\circ}48.0' W$, se pide calcular la Longitud Asumida (Oeste) $\lambda_a W$ y el LHA entero.

LHA entero = GHA astro - Longitud asumida λ_a (Oeste) → DR Long Oeste

Para este caso:

m=minutos de GHA calculado

GHA astro $4^{\circ}08.5'$
- DR Long Oeste $64^{\circ}48.0' W$

48.0'

Son reemplazados por minutos de **LHA entero** (no se puede restar si de enteros positivos se trata), el GHA calculado de $08.5'$, para que al restar obtener cero minutos

Para esto se ha establecido que:

Cuando el GHA computado es menor que la DR Long Oeste (como en este caso) se le debe sumar trescientos sesenta grados para obtener un GHA computado y poder restar con normalidad entre números enteros positivos; de darse lo contrario se resta con normalidad.

GHA computado = GHA astro $< 360^{\circ} + 360^{\circ}$

GHA computado = $4^{\circ}08.5' + 360^{\circ}$

GHA computado = $364^{\circ}08.5'$

Con el GHA computado obtenido, se sigue con la solución:

GHA astro computado $364^{\circ}08.5'$

- DR Long Oeste $64^{\circ}08.5' W$

LHA entero $300^{\circ}00'$

Como $48.0'$ fue reemplazado por $08.5'$ para que la resta sea cero minutos, $08.5'$ serían los minutos de Longitud asumida λ_a Oeste; la Longitud Asumida λ_a Oeste sería $64^{\circ}08.5'$

Así, los minutos de la Longitud Asumida debe ser 08.5'W. Considerando la posición DR, nuevamente se debe tener cuidado para seleccionar los grados apropiados de la Longitud Asumida. Aquí escogemos 65° 08.5'. En caso de haberse escogido un valor de 64° 08.5', la Longitud Asumida hubiera estado a más de 30 minutos de longitud DR (en vez de 08.5' la Oeste fueran sido 39.5'). Para encontrar el LHA entero y la real Longitud asumida la Oeste, se aplica que:

Si los minutos elegidos de Longitud Asumida la Oeste son menores a treinta minutos, se adiciona un grado a los grados de DR Long Oeste, para definir los grados de Longitud asumida la Oeste; de darse lo contrario los mismos grados de DR Long Oeste son considerados como los grados elegidos de Longitud asumida la Oeste.

De esta forma:

GHA astro computado 364°08.5'

- **la Oeste** 65°08.5'W

LHA entero 299°00'

Por lo que grados de Longitud asumida la (Oeste), cuando $m < 30'$ será igual a:

Grados de Longitud Asumida la (Oeste)=Grados de DR Long Oeste + 1°

Para este ejemplo, los grados de Longitud Asumida la (Oeste) se hallarán así:

Grados de Longitud Asumida la (Oeste)=Grados de DR Long Oeste + 1°

SEMINARIO

“SOLUCIÓN COMPLETA A PARTIR DE LA OBSERVACIÓN DE UN ASTRO, PARA EL PLOTEO DE UNA RECTA DE ALTURA, USANDO EL ALMANAQUE NÁUTICO Y LAS TABLAS 229”

Grados de Longitud Asumida λ_a (Oeste) = $64^\circ W + 1^\circ$

Grados de Longitud Asumida λ_a (Oeste) = $65^\circ W$

Por consiguiente, la Longitud Asumida λ_a (Oeste) es $65^\circ 08.5'$

De esta manera queda demostrada la forma de cómo hallar la Longitud asumida λ_a (Este u Oeste), en combinación con el GHA del astro y el LHA.

3.1.3. DETERMINACIÓN DE LA LATITUD ASUMIDA (LA)

La Latitud Asumida La , similar a la Longitud Asumida no debe estar a más de 30 minutos de la latitud DR. La siguiente regla es usada para determinar la Latitud Asumida:

La Latitud Asumida escogida debe ser el grado entero de latitud más cercano a la latitud DR para el momento de la observación.

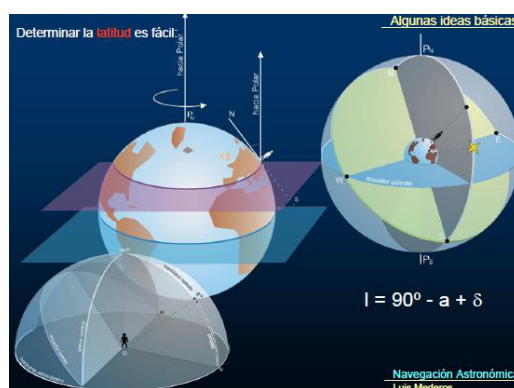


Figura No 13. Determinación de la Latitud Asumida¹⁴

Ejemplo N°3:

La estrella Canopus del ejemplo N°1, a las 04h11min33seg, poseía en ese momento una Posición de Estima DR Lat $34^{\circ} 19.0' S$, DR Long. $163^{\circ} 05.7' E$. Se pide calcular la Latitud Asumida La .

Solución: DR Lat $34^{\circ} 19.0' S$; sólo se consideran los grados enteros más cercanos y, como $19.0' < 30'$, la Latitud Asumida es $34^{\circ} S$.

Ejemplo N°4:

El Sol, a las 16h28min09seg, conservaba una Posición de Estima DR Lat $42^{\circ} 35.9' S$, DR Long. $067^{\circ} 49.6' W$. Se pide calcular la Latitud Asumida La .

Solución: DR Lat. $42^{\circ}35.9'$ S, considerando los grados enteros más cercanos, en este caso 42° y observando que los minutos de DR Lat. $35.9' > 30'$, entonces el grado más cercano a 42° S es 43° S, que sería la Latitud Asumida Sur.

3.2. DETERMINACIÓN DEL INTERCEPTO DE ALTURA (a intercept)

3.2.1. MÉTODO DE INTERCEPTO DE ALTURA. *Por Marq de Saint-Hilaire*

Puesto que los radios del Círculo de Igual Altura siempre caen en la dirección de la Posición Geográfica PG, la Línea De Posición se puede dibujar perpendicular a la marcación o Azimut Verdadero (Z_n) de la Posición Geográfica PG del cuerpo. El problema básico, resuelto por el Método del Intercepto de Altura, reconstituye el posicionamiento de la Línea de Posición LOP a lo largo de la línea del Azimut verdadero.

La altura de un cuerpo celeste dado, se puede computar por la Posición Asumida (AP) del observador por medio del Almanaque en unión con una Tabla de Reducción de observaciones; esta Altura Computada se abrevia H_c , si la Altura Observada H_o fuera idéntica que la altitud calculada H_c , serían coincidente y las dos pasarían a través de la Posición Asumida AP del observador. Si la altura observada H_o fuera más grande que la altura computada H_c el radio del círculo de igual altura correspondiente a la Altura Observada H_o sería más pequeña que el radio del círculo para la Altura Computada H_c . En ese caso el observador debe estar en realidad localizado más lejos.

Se debe notar que conforme la magnitud de la Altura Observada H_o aumenta, la distancia desde la Posición Geográfica PG del cuerpo disminuye. Esto es razonable, puesto que la longitud de la coaltura ($90^\circ -$ altura), la cual es el radio del Círculo de Igual Altura disminuye cuando la altura aumenta.

Para calcular la distancia entre el observador y su Posición Asumida a lo largo de la línea Azimut verdadero Z_n , solamente es necesario encontrar la diferencia entre las distancias de la coaltura observada y computada desde la Posición Geográfica PG del cuerpo.

La siguiente expresión algebraica representa la distancia entre las dos coalturas expresadas en grados de arcos:

$$(90^\circ - H_o) - (90^\circ - H_c)$$

En la cual $90^\circ - H_o$ es la coaltura de la altura observada y, $90^\circ - H_c$ es la coaltura de la altura computada, sin embargo en la práctica no es necesario computar las coalturas visto que:

$$(90^\circ - H_o) - (90^\circ - H_c) =$$

$$90^\circ - H_o - 90^\circ + H_c =$$

$$H_c - H_o$$

Para encontrar la distancia desde la Posición Asumida AP a lo largo de la línea Azimut verdadero Z_n , al cual la Línea de Posición LOP correspondiente con la H_o debe ser trazada, solamente es necesario encontrar la diferencia entre las alturas computadas y observadas. Por cada minuto de arco de diferencia, el punto de intercepción de la Línea de Posición LOP con la línea de Azimut verdadero Z_n , ya sea a la Posición Geográfica del cuerpo si H_o es más grande que H_c , o fuera de la Posición Geográfica si H_o es menor que H_c , la distancia así determinada entre el punto de intersección y la Posición

Asumida AP se llama distancia de intercepto simbolizada por una letra minúscula *a*, que corresponde a la tercera Determinante de la Recta de Altura que nos falta encontrar.

Para encontrar el lugar exacto del observador sobre la Línea de Posición LOP, el procedimiento descrito se puede repetir para un segundo cuerpo observado simultáneamente con el primero. La intercepción de las dos Líneas de Posición simultaneas definen luego la posición del observador, o sea su fijo celeste a la hora de la observación.

Como una ayuda a la memoria al determinar si la distancia del intercepto (TOWARD O AWAY) hacia la Posición Geográfica del cuerpo observado o viceversa, cuando se plotea una Línea de Posición celeste por el Método del Intercepto de Altura han sido utilizadas dos frases que son:

- "Coast Guard Academy" (Computed Greater, Away = en contra), Computada Mayor Away.
- "HoMoTo" (Ho More thanHc, Toward = hacia), altura observada Mayor que altura computada Toward.

Para alcanzar la exactitud en el ploteo de la Línea de Posición celeste y, en una extensión menor para facilitar el ploteo por medio del Método del Intercepto de Altura la Posición Asumida AP siempre se escoge de tal forma que la distancia del intercepto *a* sea regularmente corta. La razón para esto es que el Azimut verdadero Z_n de la Posición Geográfica PG de un cuerpo observado desde la Posición Asumida AP del observador descansa a lo largo de un gran círculo, mientras que la distancia del intercepto trazada en una carta MERCATOR sigue una línea de rumbo.

Mientras más grande es la distancia del intercepto **a** más divergirá la línea de rumbo que este representa sobre la proyección MERCATOR del gran círculo del Azimut verdadero Z_n . Si un error se introduce dentro del ploteo de la Línea de Posición celeste LOP, aumenta en tamaño, en proporción a la longitud de la distancia del intercepto **a**. Para distancias pequeñas de intercepto **a** de 30 millas o menos, el error es insignificante, pero para distancias de intercepto **a** más grandes de 60 millas el efecto del error es considerable.

Por ahora puede ser aparente que el Método del Intercepto de Altura del ploteo de la Línea de Posición celeste tome su nombre del hecho que una Altura Computada H_c se determina. Primero para una Posición Asumida, después comparada con la Altura Observada H_o para encontrar la distancia de intercepto **a**.

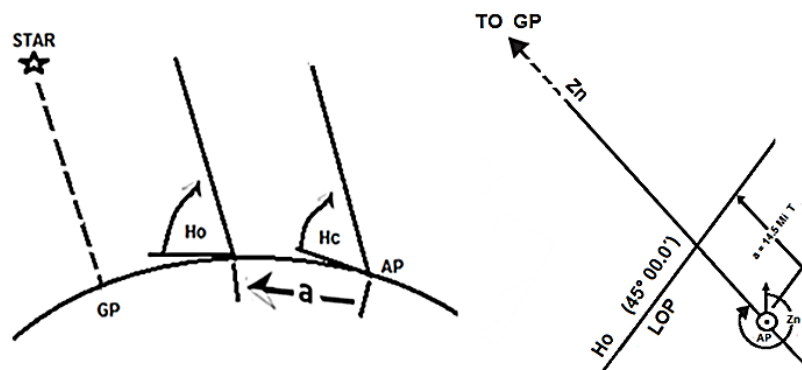


Figura14. Método altura – intercepto, H_o más grande que H_c .¹⁵

3.3. DETERMINACIÓN DE EL AZIMUT NÁUTICO (Z_n)

3.3.1. Azimut

En general, es el arco de Horizonte que va desde los puntos cardinales norte o sur hasta el vertical del astro. Se distingue tres puntos:

Azimut Náutico (Z)

Azimut por cuadrantes (Z)

Azimut Astronómico (Z_a)

3.3.2. Azimut Náutico

Para nuestro estudio, interesa estudiar el Azimut Náutico, conocido también con el nombre de Azimut verdadero o Marcación y representado por la abreviatura Z_n .

Se encuentra siempre desde el punto cardinal Norte hacia el Este (como las agujas del reloj) hasta el vertical del astro, o sea se encuentra de 0° a 360° .

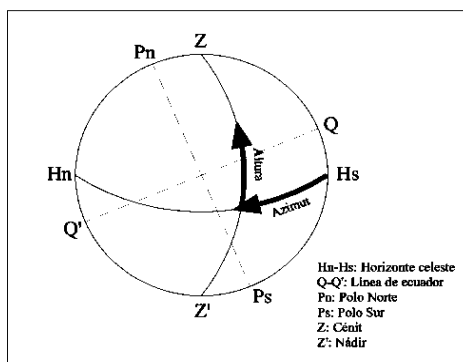


Figura No 15. Representación del Azimut Náutico¹⁶

SEMINARIO

“SOLUCIÓN COMPLETA A PARTIR DE LA OBSERVACIÓN DE UN ASTRO, PARA EL PLOTEO DE UNA RECTA DE ALTURA, USANDO EL ALMANAQUE NÁUTICO Y LAS TABLAS 229”

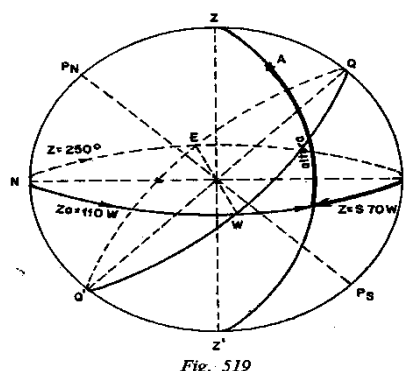


Figura No 16. Representación del Azimut Náutico¹⁷

Para encontrar el Azimut Verdadero de la PG desde la AP, el ángulo azimutal Z debe ser determinado. Para computar el valor para Z , es necesario interpolar entre los valores de Z tabulados en las Tablas No. 229, entre el valor de declinación verdadera y la declinación más cercana, esto también se lo puede hacer mentalmente.

Con los argumento de entrada LHA, Latitud Asumida La (argumento horizontal) y declinación (argumento vertical), se ingresa a las Tablas N° 229 para encontrar el Ángulo azimutal Z , que de inmediato será transformado a Azimut Náutico Z_n con las siguientes fórmulas, que están impresas en cada página de las Tablas N° 229:

- ✓ Latitud Norte: LHA mayor que 180° $Z_n = Z$
 LHA menor que 180° $Z_n = 360^\circ - Z$

- ✓ Latitud Sur: LHA mayor que 180° $Z_n = 180^\circ - Z$
 LHA menor que 180° $Z_n = 180^\circ + Z$

SEMINARIO

“SOLUCIÓN COMPLETA A PARTIR DE LA OBSERVACIÓN DE UN ASTRO, PARA EL PLOTEO DE UNA RECTA DE ALTURA, USANDO EL ALMANAQUE NÁUTICO Y LAS TABLAS 229”

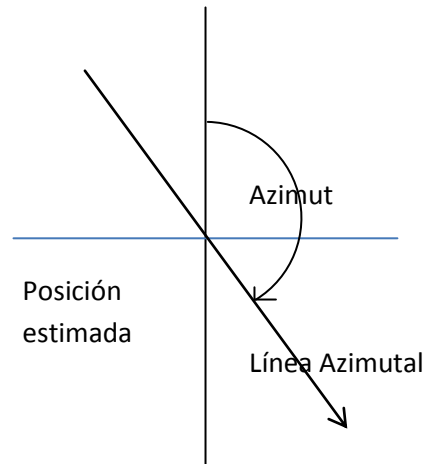


Figura No 17. Dirección del Azimut Náutico en sentido de las manecillas del reloj.¹⁸

Ejemplo N°5:

Con un LHA de 60° calculado, DR Lat de $22^\circ 15.3' S$ y Latitud asumida La de $22^\circ S$, el astro X descansa en la Oeste y declinación $60^\circ 46.2' S$. Se pide calcular el Azimut Náutico Z_n .

Solución:

Entrando en la Tabla N° 229, con Latitud Asumida 22° , LHA= 60° y declinación $60^\circ 46.2' S$, obtenemos un Ángulo Azimutal Z de:

$d = 60^\circ$ (entero verdadero) $\implies Z = 31.4$

$d = 61^\circ$ (entero aproximado) $\implies Z = 30.2$

3.3.3. Interpolación

Para d de 60° el Ángulo azimutal fue de 31.4 y, como se necesita el entero de d más próximo a la d verdadera, tomamos el valor de 61° .

Luego se restan las décimas más cercanas de Ángulo azimutal Z correspondientes a declinación verdadera con las de Ángulo azimutal Z , propios de la declinación aproximada, este valor dividido para 10 dará el valor a sumar de manera progresiva a cada Ángulo Azimutal Z para cada declinación con su décima más cercana.

Así:

$$31.4 - 30.2 = 1.2$$

$$1.2/10 = 0.12$$

0.12 es el valor progresivo a sumar a 30.2

➔ $30.2 + 0.12 = 30.32$; $30.32 + 0.12 = 30.44$ y así hasta llegar a 31.4 que le corresponden a 31.4° , que es el valor entero aproximado de Z correspondiente a declinación 60° .

➔ En la columna Declinación $^\circ$, el valor de 61 desciende en una décima hasta llegar a 60° .

Y si la declinación verdadera es $60^\circ 46.2'S$:

$$1^\circ \rightarrow 60'$$

$$X \rightarrow 46.2' \quad x = (46.2 \cdot 1)/60 = 0.77'$$

SEMINARIO

“SOLUCIÓN COMPLETA A PARTIR DE LA OBSERVACIÓN DE UN ASTRO, PARA EL PLOTEO DE UNA RECTA DE ALTURA, USANDO EL ALMANAQUE NÁUTICO Y LAS TABLAS 229”

Donde $60^{\circ}46.2'S = 60.77'S$

Declinación °	Ángulo Azimutal Z °
61	30.20
60.9	30.32
60.8	30.44 = Z más cercano para 60.8 ≈ 60.77'S
60.7	30.56
60.6	30.68
60.5	30.80
60.4	30.92
60.3	31.04
60.2	31.16
60.1	31.28
60	31.4

Tabla No 1. Interpolación del Azimut Náutico

Declinación verdadera = $60^{\circ}46.2'S$ y Z interpolado = 30.44, ya que la Latitud Asumida está en el hemisferio sur y el cuerpo descansa al W del observador (LHA es menor que 180°), se aplican el prefijo S y el sufijo W: S 31.9° W (estos prefijos se usan en el Formato de Reducción).

De inmediato se transforma el Ángulo Azimutal Z a Azimut Náutico Z_n , con las fórmulas previstas en este capítulo:

LHA menor que 180° $Z_n = 180^{\circ} + Z$ (se aplica en este caso)

$$Z_n = 180^{\circ} + z$$

SEMINARIO

“SOLUCIÓN COMPLETA A PARTIR DE LA OBSERVACIÓN DE UN ASTRO, PARA EL PLOTEO DE UNA RECTA DE ALTURA, USANDO EL ALMANAQUE NÁUTICO Y LAS TABLAS 229”

$$Zn=180^{\circ}+30.44^{\circ}$$

Entonces, el valor de Zn calculado es:

$Zn=S210.44^{\circ}W$; para marcar el Zn en la Carta Náutica se considera los valores de 210.44° de Norte a Sur.

APLICACIÓN DEL FORMATO DE REDUCCIÓN

El siguiente ejemplo ilustra el uso de las Determinantes de la Recta de Altura:

La estrella Canopus (de los ejemplos anteriores) fue observada con una $H_o=50^{\circ} 39.4'$ y $H_c=50^{\circ}25.9'$, declinación Norte; su Posición Asumida AP de λ a Este $163^{\circ}51.4'$ y λ a 34° S, su $Z_n=S210.44^{\circ}$ W.

Diagram illustrating the solution for the Moon's position using the Moon's altitude and the observer's position.

The diagram shows a celestial sphere with the Moon's position marked by a red dot. The observer's position is marked by a blue dot. The Moon's altitude is $50^\circ 39.4'$ (H_o) and $50^\circ 25.9'$ (H_c). The distance from the observer to the Moon is 13.5 Nautical Miles.

The diagram also shows the Moon's position relative to the observer's position, with a bearing of $163^\circ 51.4'$ (λ_a Este).

Fig. No 18. Procedimiento de integración de las Determinantes de la Recta de Altura.¹⁹

- 1) La AP es: λ a Este $163^{\circ}51.4'$ y La Sur 34° , los Puntos Cardinales N,S, E y W corresponden al Horizonte del Observador.
- 2) El $Z_n=210.44^{\circ}$ de N a E.
- 3) La línea N-S es el Meridiano del lugar del Observador.
- 4) La línea Z_n o Marcación de Canopus va en dirección TOWAR (T), en orientación a la GP del astro.
- 5) $A = 13.5' = 13.5$ Millas Náuticas, es la distancia que existe entre AP y la LOP, tomando como medida el formato que posee la Carta Náutica con un compás de punta seca, que por cada minuto equivaldría a 1MN.
- 6) Desde la AP hasta la distancia en MN existe una intersección, que se marca perpendicular a la línea Z_n o Marcación, que es la LOP celeste.
- 7) En la parte superior de la LOP va el nombre del astro y debajo la hora de la zona ZT al minuto más cercano.
- 8) Se necesitan mínimo dos LOP, pero se recomienda tres o mayor a tres, para que la intersección de todas las LOP posibles den una posición más confiable y con menos posibilidad de errores.

4.2. PROCEDIMIENTO DEL PLOTEO DE LA RECTA DE ALTURA

1. Trazado de la Posición Asumida (PA).- Plotear la PA al momento de la observación (longitud y latitud asumida).
2. Trazado del azimut verdadero (Z_n).- Desde la posición asumida (PA) hacia el cuerpo celeste o en sentido contrario, dependiendo de si la altura observada (H_o) es mayor o menor que la altura calculada (H_c).
3. Medida de la distancia de intercepto.- En la dirección correcta, a lo largo de la línea de azimut, la diferencia entre la altura observada y la altura calculada en millas y décimas de milla. Este es el valor de la distancia de intercepto.

SEMINARIO

“SOLUCIÓN COMPLETA A PARTIR DE LA OBSERVACIÓN DE UN ASTRO, PARA EL PLOTEO DE UNA RECTA DE ALTURA, USANDO EL ALMANAQUE NÁUTICO Y LAS TABLAS 229”

4. Trazado de la recta de altura.- Dibuje una línea en el extremo, perpendicular a la línea de azimut. Esta línea representa la recta de altura en el momento de la observación.

Como un ejemplo del ploteo de la línea de posición celeste, supóngase que para una observación del planeta Venus se ha escogido una posición asumida en $L\ 34^\circ\ S$, longitud $163^\circ\ 08.4'\ E$, y la distancia del intercepto y el azimut verdadero Z_n se han determinado para ser 14.8 millas “TOWARD”, y $095.1^\circ\ T$ respectivamente. Obsérvese que la línea de posición está marcada con el nombre del cuerpo y la hora de la zona de la observación al minuto más cercano.

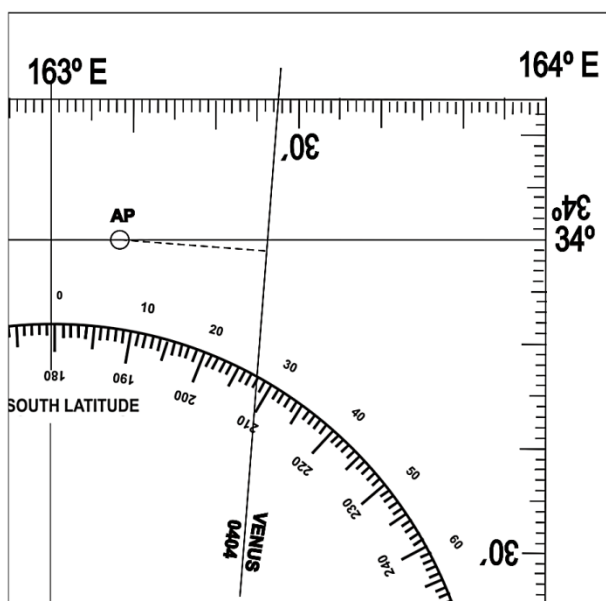


Figura N19. Ploteo de una recta de altura de Venus.²⁰

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- Con el método de intercepto de altura podemos conseguir las tres determinantes de recta de altura para realizar su respectivo ploteo en la carta de navegación.
- No es necesario el uso de mucha tecnología para hallar Rectas de altura con el método de intercepto de altura, por lo que se convierte en una alternativa muy buena para el navegante.
- Si se sigue el proceso para encontrar las determinantes a través del método de intercepto de altura a cabalidad, podemos obtener una situación muy aproximada.
- En la actualidad no es común usar la técnica de método de intercepto de altura, es solo una pequeña parte de la población navegante que conoce este procedimiento.
- El método de intercepto de altura aparentemente toma su nombre del hecho que una altura computada se determina, primero para una posición asumida, después comparada con la altura observada para encontrar la distancia de intercepto.

RECOMENDACIONES

- Usar el método de intercepto de altura con mucha cautela, es importante tener en cuenta los conceptos básicos y llegar a las soluciones correctas.
- Tener muy en cuenta que para hallar la longitud asumida es necesario tener los datos de GHA computado y declinación, que se encuentran

en las páginas blancas diarias del Almanaque náutico, todo esto con el fin de obtener un LHA entero, que es un segundo argumento de entrada para ingresar a las Tablas 229.

- Considerar que la latitud asumida al igual que la longitud asumida no deben estar a más de 30 minutos de latitud y longitud DR.
- Solo las partes más importantes del método se citan en este trabajo de graduación pero existen temas relacionados que el interesado debe descubrir mediante la investigación.
- Si bien es cierto que con dos rectas de altura tenemos una situación establecida no es menos cierto que en navegación celeste es necesario más de tres rectas de altura para obtener una situación buena.

BIBLIOGRAFÍA

- a) Sumner, Thomas H. (1845). A new and accurate method of finding a ship's position at sea, by projection on mercator's chart. Boston.
<http://books.google.es/books?id=Vc9NAAAAMAAJ&printsec=frontcover&dq=sumner+a+new+an#v=onepage&q=&f=false>.
- b) Recta de altura. EN LÍNEA. Disponible en
http://es.wikipedia.org/wiki/Recta_de_altura.
- c) Instituto Hidrográfico de E.E.U.U. Astronomía y navegación. Febrero 2007. EN LÍNEA. Disponible en:
http://www.fondear.org/infonautic/saber_marinero/Titulaciones_Nauticas/Capitan_Yate/CY_Apuntos/Apuntos_Astronomia/Resum_Astro_02.htm
- d) Revista digital. Navegación Astronómica. L. Mederos. Editorial Noray. EN LÍNEA. Disponible en : www.rodamedia.com.
http://www.rodamedia.com/navastro/libros/libro_na/NavAstro_LMederos_Cap10.pdf.
- e) Navegación de estima...Guillermo Márquez Leyra...Capitán de Navío:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:MarcqSaintHilaire.jpg>
- f) Recta de altura. EN LÍNEA. Disponible en:
http://www.elportaldelosbarcos.com/sistema/pagina_submenu.php?opcion=829&id_menus=65&id_submenu=829.
- g) García N. Fernando L. Octubre de 2009. Capitán de yate. Versión 2.4: <http://foro.latabernadelpuerto.com/showthread.php?p=285432>
- h) Navegación celeste y electrónica: Richard Hobbs, capitán de corbeta, página 23

- i) Navegación celeste y electrónica: Richard Hobbs, capitán de corbeta, página 24
- j) Navegación celeste y electrónica: Richard Hobbs, capitán de corbeta, página 25
- k) Navegación celeste y electrónica: Richard Hobbs, capitán de corbeta, página 26
- l) Navegación celeste y electrónica: Richard Hobbs, capitán de corbeta, página 27
- m) Luis Mederos. Navegación y astronomía. EN LÍNEA. Disponible:
http://www.bduimp.es/archivo/conferencias/pdf/08_10131_16_LuisMederos_idc52052.pdf
- n) Jesús A. Manzanque Casero .Profesor de Educación Secundaria. I.E.S. Isabel Martínez Buendía. (Ciudad Real) Revista digital. EN LÍNEA. Disponible:
http://almez.pntic.mec.es/~jmac0005/ESO_Geo/TIERRA/Html/Movimientos_b.htm
- o) Buscar en apuntes del profesor en la parte de Boletín de información discográfica. Abril 2012. *Richard Hobbs, Navegación celeste y electrónica*,. EN LÍNEA. Disponible en:
<http://www.diverdi.com/files/boletin/154/Boletin%20ABRIL%202012.pdf>.
- p) Lcdo. Luis Zhingri Ortega. 2011. Libro digital. Diapositiva: unidad uno del Seminario de graduación. Tablas 229.
- q) Efrén Medina Suárez. 11 de febrero del 2013. Recta de altura. Dirección del Azimut Náutico en sentido de las manecillas del reloj.
- r) Navegación celeste y electrónica: Richard Hobbs, capitán de corbeta, página 40.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE FIGURAS

1 http://www.titulosnauticos.net/cy_apuntes/cy_resumen_calculos_navegacion.pdf

2 <http://foro.latabernadelpuerto.com/showthread.php?p=285432>

3 <http://foro.latabernadelpuerto.com/showthread.php?p=285432>

4 Richard Hobbs. Navegación celeste y electrónica, capitán de corbeta, página 24

5 Richard Hobbs. Navegación celeste y electrónica, capitán de corbeta, página 26

6 Richard Hobbs. Navegación celeste y electrónica, capitán de corbeta, página 27

7 Richard Hobbs. Navegación celeste y electrónica, capitán de corbeta, página 27

8 Richard Hobbs. Navegación celeste y electrónica, capitán de corbeta, página 28

9 http://www.bduimp.es/archivo/conferencias/pdf/08_10131_16_LuisMederos_idc52052.pdf

10 http://almez.pntic.mec.es/~jmac0005/ESO_Geo/TIERRA/Html/Movimientos_b.htm

11 Cedida por el Lcdo. Luis Zhingri O., unidad cuatro del seminario de graduación.

12 http://www.bduimp.es/archivo/conferencias/pdf/08_10131_16_LuisMederos_idc52052.pdf

13 Canopus, estrella de primera magnitud, la segunda estrella más brillante del firmamento, situada en la constelación de la Quilla. Aunque Canopus está a unos 98 años luz de la Tierra, sólo es media magnitud más débil que la estrella más brillante, Sirio, que está a 8,7 años luz. A causa de su brillo, Canopus se utiliza a menudo como punto de referencia para la orientación de las naves espaciales. Microsoft® Encarta® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

14 http://www.bduimp.es/archivo/conferencias/pdf/08_10131_16_LuisMederos_idc52052.pdf

15 Navegación celeste y electrónica: Richard Hobbs, capitán de corbeta, página 3

16 Cedida por el Lcdo. Luis Zhingri Ortega, unidad uno del Seminario de graduación

17 Cedida por el Lcdo. Luis Zhingri Ortega, unidad uno del Seminario de graduación

18 Cedida por el Lcdo. Luis Zhingri Ortega, unidad uno del Seminario de graduación.

19 Creada por Efrén Medina Suárez, 11 de febrero del 2013

20 Navegación celeste y electrónica: Richard Hobbs, capitán de corbeta, página 40