

ASTROFIX

NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA · 100% OFFLINE

Manual de usuario

Guía completa de todas las funciones de la aplicación: reducción de observaciones con sextante, almanaque náutico, comprobación de compás y métodos de cálculo, paso a paso.

Edición en **español** · RDRP Studio · astrofix.app

Índice

1 **Introducción**

- Qué es ASTROFIX
- Filosofía didáctica

2 **Primeros pasos**

- Pantalla de inicio
- Navegación por pasos

3 **Ajustes**

- Idioma y valores por defecto
- Tabla de desviaciones de la aguja
- Modelo magnético WMM
- Abatimiento por viento (coeficiente K)
- Buscador de astros por cámara — corrección

4 **Nueva observación — visión general**

5 **Configuración (paso 1)**

- Posición de estima y GPS
- Buque en movimiento, viento y corriente

6 **Captura de medidas (paso 2)**

- Elegir el astro — Sol, Luna, planetas, estrellas
- Catálogo de estrellas y ubicar en el cielo
- Buscador de astros con cámara
- Limbo, altura instrumental y hora TOP

7 **Resumen de medidas (paso 3)**

8 **Resultado (paso 4)**

- Gráfico de rectas de altura
- Desarrollo completo paso a paso
- Guardar y exportar a PDF

9 **Comprobar compás**

10 **Archivo de observaciones**

11 **Página de Almanaque**

12 **Captura de hora por voz (TOP)**

13 **Métodos de cálculo**

- Corrección de la altura (Hs → Ho)
- Triángulo de posición esférico
- Intercepto y mínimos cuadrados
- Abatimiento, deriva y desviación
- Declinación magnética (WMM)

14 Glosario náutico

15 Glosario de fórmulas de cálculo

16 Apéndices

17 Créditos

CAPÍTULO 1

Introducción

Qué es ASTROFIX

ASTROFIX es una aplicación de navegación astronómica para Android pensada para un único propósito: hacer, en el propio dispositivo y sin ninguna conexión a internet, todo el trabajo de gabinete que tradicionalmente exige papel, calculadora y tablas — el **Almanaque Náutico**, las **tablas de reducción** y la **calculadora** de a bordo.

ASTROFIX **no sustituye al sextante**: sigues siendo tú quien mide la altura del astro sobre el horizonte. Lo que la aplicación hace por ti es todo lo que viene después de esa medida: corregirla, calcular la posición del astro en el instante exacto de la observación, resolver el triángulo de posición esférico, obtener el intercepto, combinar varias rectas de altura por mínimos cuadrados y darte una posición — con el mismo rigor matemático que un navegante haría a mano, pero en segundos y sin errores de cálculo.

100% offline. Todo el cálculo —posiciones de los astros, modelo magnético, mareas de tiempo, reducción de la altura— se ejecuta en el propio teléfono. No se consulta ningún servidor, no se necesita datos móviles ni wifi, y nada de lo que introduces se envía a ningún sitio. Funciona igual en pleno océano, en modo avión, que en el salón de casa.

La aplicación cubre el Sol, la Luna, los cuatro planetas de navegación (Venus, Marte, Júpiter y Saturno) y las 58 estrellas de navegación clásicas, incluida Polaris. Además de la reducción de observaciones, incorpora un comprobador de la desviación del compás, un archivo de observaciones guardadas, una página de Almanaque Náutico exportable en PDF y un buscador de astros asistido por cámara y sensores.

Filosofía didáctica

ASTROFIX se ha diseñado tanto para el uso real a bordo como para aprender. Por eso, cualquier posición que calcules puede exportarse como un **informe PDF completo** que muestra, paso a paso, exactamente las mismas fórmulas y valores intermedios que ha usado la aplicación: la corrección de la altura, la posición del astro tal y como se consultaría en el almanaque, el triángulo de posición y el cálculo del intercepto.

La recomendación de RDRP Studio es sencilla: repite los cálculos a mano, con calculadora o con las tablas de reducción en papel, y compara tu resultado con el de la aplicación antes de fiarte de él ciegamente. Es, con diferencia, la mejor forma de interiorizar la navegación astronómica clásica — y de tener una app que, además de calcular, te ayuda a entender por qué el resultado es el que es.

Recomendación de seguridad náutica. Por completa que sea, ASTROFIX es una ayuda de cálculo. Lleva siempre a bordo un Almanaque Náutico en papel y tablas de reducción impresas como respaldo del sextante, para el caso improbable de que el dispositivo falle, se quede sin batería o se dañe por agua o golpe.

Cómo usar este manual

Los capítulos 2 a 12 recorren la aplicación pantalla por pantalla, en el mismo orden en que las encontrarás al usarla: desde la pantalla de inicio, pasando por los ajustes generales, hasta el flujo completo de una observación (configuración → captura de medidas → resumen → resultado), y las tres funciones adicionales accesibles desde Inicio: comprobar compás, archivo de observaciones y página de almanaque.

El capítulo 13, *Métodos de cálculo*, reúne en un solo sitio todas las fórmulas matemáticas y astronómicas que usa ASTROFIX internamente — útil tanto como referencia técnica como para verificar tus propios cálculos manuales. El capítulo 14 es un glosario náutico completo de todos los términos técnicos que aparecen en la aplicación, y los apéndices finales recogen los listados completos de astros y constelaciones disponibles.

CAPÍTULO 2

Primeros pasos

Pantalla de inicio

Al abrir ASTROFIX llegas directamente a la pantalla de inicio. Desde aquí se accede a las cuatro funciones principales de la aplicación, y al icono de engranaje de la esquina superior derecha, que lleva a **Ajustes** (ver capítulo 3).



Pantalla de inicio de ASTROFIX.

Botón	Qué hace
Nueva observación	Inicia el asistente de reducción de una observación astronómica completa (capítulos 4 a 8).
Comprobar compás	Calcula la desviación de la aguja del compás en un rumbo dado, marcando un astro de posición conocida (capítulo 9).
Ver archivo guardado	Abre el archivo de observaciones calculadas y guardadas anteriormente (capítulo 10).
Página de almanaque	Genera un PDF con la página del Almanaque Náutico para el astro, fecha y posición que elijas (capítulo 11).

Navegación por pasos

La observación completa (Nueva observación) está organizada como un asistente de varios pasos — verás la indicación `Paso X de 4` en la parte superior de cada pantalla del proceso. Los botones de navegación son siempre los mismos:

- **Atrás** — vuelve al paso anterior sin perder los datos introducidos.
- **Cancelar** — abandona la observación en curso y vuelve a Inicio.
- **Siguiente / Continuar** — valida los datos del paso actual y avanza.

Los cuatro pasos del asistente son: **1. Configuración** (datos de partida), **2. Captura de medidas** (una o varias), **3. Resumen** (repaso antes de calcular) y **4. Resultado** (posición calculada, con todo su desarrollo). Cada uno se explica en detalle en los capítulos 5 a 8.

Sin conexión, siempre. Puedes cerrar la aplicación en mitad de una observación en el mar y retomarla más tarde: los datos de cada paso se mantienen mientras no pulses Cancelar. El único dato que se pierde entre sesiones es la observación en curso si no la guardas o exportas desde el paso de Resultado.

CAPÍTULO 3

Ajustes

Se accede al icono de engranaje, en la esquina superior derecha de la pantalla de inicio. Aquí se configuran, una sola vez, los valores que la aplicación reutilizará en todas las observaciones posteriores.

Idioma y valores por defecto

ASTROFIX está disponible en seis idiomas: español, inglés, alemán, italiano, francés y portugués. Por defecto sigue el idioma del sistema del teléfono; puedes fijar uno distinto desde este menú en cualquier momento.

Los **valores por defecto** son el punto de partida que se rellena automáticamente al iniciar una nueva observación (siempre editable en el paso de Configuración):

- **Error de índice** — el error propio de tu sextante, que se resta (o suma) a toda altura medida con él.
- **Altura del ojo por defecto (m)** — tu altura habitual de observación sobre el nivel del mar, usada para calcular la depresión del horizonte (dip).

Tabla de desviaciones de la aguja

Si tu buque tiene una desviación de compás conocida, introdúcela aquí como una tabla de 8 rumbos (N, NE, E, SE, S, SO, O, NO), con el signo E (+) u O (−) según tu propia tarjeta o curva de compensación. La aplicación interpola automáticamente el valor para cualquier rumbo intermedio que no esté en la tabla.

Esta tabla se usa para calcular el **rumbo verdadero** del buque (aguja + desviación + declinación magnética) al corregir la recta de altura por el movimiento del buque entre medidas (ver capítulo 5). También puedes rellenarla directamente desde la función **Comprobar compás** (capítulo 9), que calcula la desviación real observando un astro.

Modelo magnético (WMM)

La declinación magnética —la diferencia entre el Norte verdadero y el Norte magnético en un lugar y fecha concretos— se calcula con el **modelo oficial WMM (World Magnetic Model)** de NOAA/NGA, integrado en la aplicación. Cada versión del modelo es válida durante 5 años; en esta pantalla se indica cuál está activo ahora mismo y hasta qué fecha lo es.

Cuando NOAA publique una versión más reciente, puedes **importar el fichero WMM.COF** oficial directamente aquí, sin esperar a una actualización de la aplicación. Se descarga desde la página oficial: `ncei.noaa.gov/products/world-magnetic-model`. Un botón adicional permite **restaurar el modelo integrado** (WMM2025) en cualquier momento.

Abatimiento por viento — coeficiente K



Sección de Ajustes con el coeficiente K de abatimiento, la corrección del buscador de astros por cámara y el acceso a la captura de hora por voz.

No existe una fórmula física general que calcule el abatimiento por viento sin calibrar antes el barco: cada casco, aparejo y calado reacciona de forma distinta. El **coeficiente K** es solo un punto de partida razonable —empieza en 5,0— para la fórmula:

```
ABATIMIENTO ESTIMADO
abatimiento ≈ K · viento · sen(ángulo relativo) / velocidad
```

Ajusta K comparando, tras una observación con viento, el rumbo efectivo que ha calculado la aplicación con el rumbo real medido por GPS: si el abatimiento estimado se queda corto, sube K; si se pasa, bájalo.

Buscador de astros por cámara — corrección

Si al usar el buscador de astros con cámara (ver 6.3) el retículo se desvía siempre en el mismo sentido en tu teléfono concreto, compara los valores del panel de diagnóstico con la posición real del astro y ajusta aquí la diferencia: **corrección de acimut de la cámara (°)** y **corrección de altura de la cámara (°)**. Es un desajuste de fábrica entre el sensor de orientación y el eje óptico real de la cámara, habitual en muchos modelos de teléfono, y esta corrección lo compensa de forma permanente.

Captura de hora por voz

Esta misma pantalla de Ajustes da acceso a la configuración de la captura de hora por voz («di TOP para fijar la hora sin soltar el sextante»), una función experimental que se explica en detalle en el capítulo 12.

Ayuda integrada y glosario

Ajustes incluye también dos accesos de consulta rápida, disponibles en todo momento: **Ayuda — cómo usar la app** (un resumen navegable de todas las pantallas) y el **Glosario náutico** (con la definición de cada término técnico que aparece en la aplicación). El contenido completo de ambos está recogido en este manual: la ayuda integrada, repartida en los capítulos correspondientes a cada pantalla, y el glosario, íntegro, en el capítulo 14.

Cómo calcular el coeficiente K de tu barco

El valor por defecto de K (5,0) es solo un punto de partida. Para que el abatimiento estimado se ajuste a tu barco, mide una vez su abatimiento real y despeja K de la fórmula que usa la aplicación:

CÁLCULO DE K

```
K = abatimiento medido (°) × velocidad (nudos)
    / (viento (nudos) × |sen(ángulo relativo)|)
```

La **velocidad** es la del barco por el agua (corredera); el **viento**, el mismo que introduces en ASTROFIX; y el **ángulo relativo**, el que forma el rumbo con la dirección de la que sopla el viento.

Cómo medir el abatimiento

- **Ángulo de la estela.** Con viento estable, mide desde popa, con una alidada o un compás de marcaciones, el ángulo entre la línea de crujía y la estela. No le afecta la corriente.
- **Con el GPS.** Navega a rumbo constante y compara el rumbo verdadero (aguja corregida de desvío y declinación) con el rumbo sobre el fondo (COG). La diferencia es el abatimiento solo si no hay corriente: mide con el repunte de la marea o lejos de la costa, o haz la misma medida en las dos amuras y promedia.

> EJEMPLO
>
> Viento de 15 nudos por el través (ángulo relativo 90°, sen = 1), barco a 5 nudos y abatimiento medido de 6°:
> **K = 6 × 5 / (15 × 1) = 2**
> Con el valor por defecto (K = 5), la aplicación habría estimado 15°, demasiado para este barco.

Consejos

- Mide con el viento entre 60° y 120° de la proa: con viento casi de proa o de popa el seno es pequeño y cualquier error de medida se multiplica.
- Toma varias medidas, en condiciones parecidas a las habituales, y usa la media: K cambia con la escora, el trapo y el estado de la mar.
- En un velero bien diseñado el abatimiento suele estar entre unos pocos grados y unos 15° con viento fuerte. Si con tu K salen valores fuera de ese rango, repite la medida.
- Después, afínalo con la experiencia comparando el rumbo efectivo calculado con el rumbo real medido por GPS.

CAPÍTULO 4

Nueva observación — visión general

«Nueva observación» es el corazón de ASTROFIX: el asistente que convierte una o varias medidas de sextante en una posición. Se organiza en cuatro pasos secuenciales:

1	**Configuración**	Datos del sextante, posición de estima (a mano o por GPS), movimiento del buque, viento y corriente. Se rellena una vez, al principio.
2	**Captura de medidas**	Se repite una vez por cada medida: elegir el astro, el limbo, la altura leída en el sextante y la hora exacta. Puedes tomar tantas medidas como quieras.
3	**Resumen**	Repaso de todas las medidas tomadas antes de calcular — se puede tocar cualquiera para editarla.
4	**Resultado**	La posición calculada, el gráfico de las rectas de altura, el desarrollo completo paso a paso de cada medida, y las opciones de guardar o exportar a PDF.

¿Cuántas medidas hacen falta? No hay un número fijo. Con una sola medida no se puede determinar una posición —solo se obtiene la recta de altura sobre la posición de estima—; se necesitan **al menos 2** medidas para un fix, y **3 o más**, a ser posible con acimutes bien distintos entre sí, para una posición mejor determinada y más fiable.

Los capítulos 5 a 8 desarrollan cada uno de estos cuatro pasos en detalle.

CAPÍTULO 5 · PASO 1 DE 4

Configuración

El primer paso de toda observación recoge los datos de partida: el estado de tu sextante, dónde estás (posición de estima) y, si el buque se mueve durante la sesión de medidas, su rumbo, velocidad y el efecto del viento y la corriente.

Datos del sextante

- **Error de índice** — precargado desde Ajustes, editable en cada observación.
- **Altura del ojo sobre el mar (m)** — también precargada desde Ajustes; determina la depresión del horizonte (dip).

Posición de estima



Autocompletar con GPS y, si el buque está en movimiento, viento y corriente a considerar.

Introduce tu latitud y longitud de estima con las ruedas de selección, o pulsa **Autocompletar con GPS** para rellenarla directamente con la posición del GPS del teléfono. La declinación magnética de esa posición se recalcula automáticamente con el modelo WMM en cuanto cambias la posición; si no coincide con tu carta náutica, puedes corregirla a mano.

El permiso de localización solo se usa para leer esa posición puntual — no se comparte con nadie ni se usa para ningún otro fin; la aplicación sigue siendo 100% offline.

Buque en movimiento entre medidas

Si vas a tomar varias medidas mientras el buque navega (en vez de pararlo para cada una), activa el interruptor **¿Buque en movimiento entre medidas?** e indica el **rumbo de aguja** y la **velocidad** — o autocompleta ambos con el botón de GPS (con el aviso de que, a velocidad muy baja, el rumbo GPS no es fiable y solo se rellena la velocidad). Con estos datos, ASTROFIX calculará una **recta corrida**: traslada cada medida anterior hasta el instante de la última, exactamente igual que se haría a mano sobre la carta.

Viento y corriente

Si hay viento o corriente que afecten al rumbo real del buque, actívalos con su propio interruptor e indica dirección y velocidad de cada uno:

- **Viento** — dirección de donde sopla (°) y velocidad (nudos). Se usa para estimar el **abatimiento** con el coeficiente K configurado en Ajustes (ver 3, «Abatimiento por viento»).
- **Corriente** — dirección hacia la que fluye (°) y velocidad (nudos). Se aplica como **deriva**, de forma exacta (vectorial), sobre el rumbo ya corregido por abatimiento.

El resultado de esta cadena de correcciones es el **rumbo y la velocidad efectivos** — el movimiento real del buque sobre el fondo— que se usan para calcular la recta corrida. El capítulo 13.6 explica el cálculo completo con sus fórmulas.

Fecha/hora de la estima

Se actualiza sola al autocompletar con GPS. Si la posición de estima es de hace un rato (por ejemplo, la última fijada hace unas horas), edítala a mano para que el cálculo de la recta corrida avance correctamente la posición hasta el instante de la primera medida.

CAPÍTULO 6 · PASO 2 DE 4

Captura de medidas

Este paso se repite una vez por cada medida que tomes. La pantalla indica «Medida X de Y» (o «Toma tus medidas» si aún no hay un número fijo) y siempre se puede añadir una muestra más o eliminar la última.

Elegir el astro

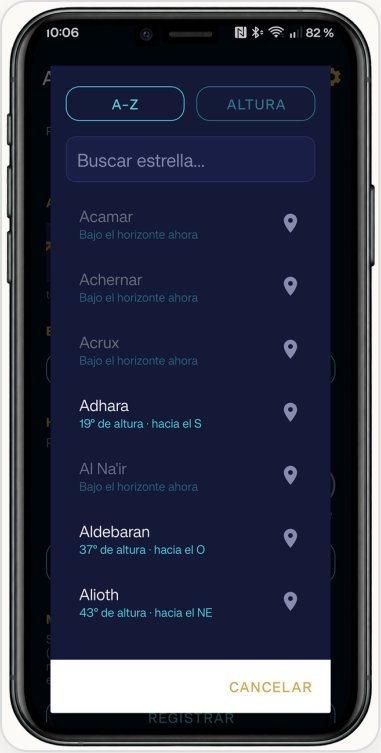


Selección de astro observado, limbo, y captura de la hora con el botón TOP.

ASTROFIX cubre el **Sol**, la **Luna**, los planetas de navegación **Venus**, **Marte**, **Júpiter** y **Saturno**, y las 58 **estrellas de navegación** clásicas (listado completo en el apéndice 15.1), incluida Polaris. Los astros que no estarían sobre el horizonte ahora mismo, con la posición y hora de estima introducidas, aparecen atenuados en la selección.

Para distinguir un planeta a simple vista sin necesidad de prismáticos: **Venus** es el astro más brillante del cielo nocturno tras la Luna, con luz fija (no titila) y solo visible cerca del amanecer o el atardecer; **Marte** tiene un color anaranjado o rojizo claramente perceptible; **Júpiter** es el tercero en brillo, tras la Luna y Venus; **Saturno** brilla con un tono amarillento pálido, algo menos intenso que Júpiter. Ninguno de los cuatro titila, a diferencia de las estrellas.

Catálogo de estrellas: A–Z y por altura



Catálogo de las 58 estrellas de navegación, con buscador y ordenación A–Z o por altura actual.

Al elegir «Estrella» se abre el catálogo completo de las 58 estrellas de navegación. Puedes ordenarlas **alfabéticamente (A–Z)** o **por altura actual** sobre el horizonte (las más altas primero, lo que facilita elegir la mejor candidata en ese momento), y buscar por nombre directamente con el campo de texto. Cada fila muestra su altura y dirección aproximadas ahora mismo, o si está bajo el horizonte.

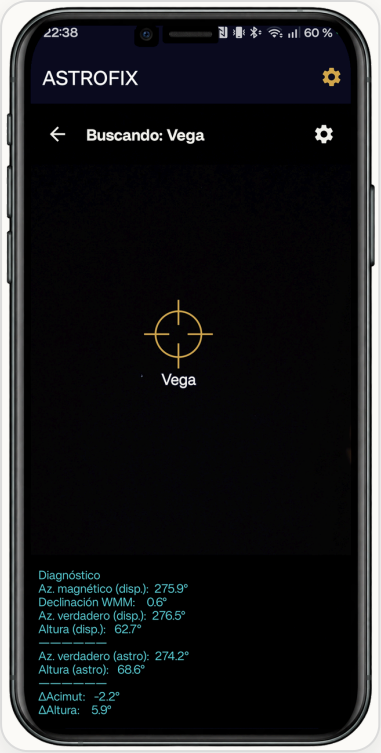
Ubicar en el cielo



Ficha de constelación: Tauro, con Aldebarán señalada, altura y acimut actuales.

Si no reconoces la estrella a simple vista, el botón **Ubicar en el cielo** abre una ficha con un dibujo esquemático de su constelación, marcando la estrella elegida, y el texto de ayuda: su altura sobre el horizonte y hacia qué dirección mirar (o si está bajo el horizonte ahora mismo). El listado completo de constelaciones incluidas está en el apéndice 15.2.

Buscador de astros con cámara



Buscando: Vega — la mira se mueve en tiempo real con la orientación del teléfono, guiando hacia el astro.

Desde la ficha de cualquier astro, el botón **Buscar con la cámara** abre una vista en tiempo real que combina la imagen de la cámara con los sensores de orientación del teléfono: una mira se desplaza por la pantalla señalando exactamente hacia dónde apunta el astro elegido en cada instante. Es una ayuda para **encontrarlo** con la vista o con el sextante — no sustituye al sextante para la medida en sí.

Si el astro está fuera del encuadre de la cámara, la mira se sustituye por una flecha en el borde de la pantalla, con el texto de cuántos grados girar (acimut) y subir o bajar (altura) para llegar a él.

VISTA DE LA PANTALLA: TRES MODOS

Tocando el icono de engranaje de esta pantalla se abre un menú con tres opciones:

- **Pantalla completa** — solo la cámara y la mira, sin ningún panel superpuesto.
- **Diagnóstico** — superpone un panel con los valores en bruto de los sensores: acimut magnético y verdadero del dispositivo, altura del dispositivo, acimut y altura reales del astro objetivo, y la diferencia (Δ) entre ambos en acimut y altura. Útil para comprobar si el buscador está bien calibrado en tu teléfono (ver 3, «Buscador de astros por cámara»).
- **Calibrar mira** — sustituye el panel de diagnóstico por dos **deslizadores en pantalla**, uno de corrección de acimut y otro de altura (rango −15,0° a +15,0°, en pasos de 0,1°). Cada deslizador parte siempre del valor ya guardado en Ajustes, y la mira reacciona en tiempo real a medida que los mueves: es una forma visual e inmediata de encontrar el ajuste correcto, en vez de ir probando valores a ciegas en Ajustes. El valor se guarda automáticamente en todo momento —incluso si sales de la pantalla sin volver a cambiar de modo— así que no hace falta ningún botón de «Guardar» aparte.

Solo una ayuda visual. El buscador con cámara, en cualquiera de sus tres modos, sirve para orientarte hacia el astro. La medida de la altura sigue haciéndose siempre con el sextante.

CAPÍTULO 6 · CONTINUACIÓN

Captura de medidas (cont.)

Limbo observado

Al medir el Sol o la Luna con el sextante se toca su borde, no su centro — indica si has usado el **limbo superior** o el **inferior**. La aplicación aplica automáticamente la corrección de semidiámetro correspondiente (+SD con limbo inferior, −SD con limbo superior). Para estrellas y planetas no aplica, ya que se miden como un punto.

Altura instrumental (Hs)

Introduce el valor leído directamente en el sextante, en grados y minutos — el dato tal cual, sin ninguna corrección aplicada todavía; ASTROFIX se encarga de toda la cadena de correcciones (ver capítulo 13.1).

Hora de la medida (TOP)

El instante exacto de la medida es tan importante como la propia altura, porque de él depende la posición del astro. Hay tres formas de fijarlo: tocando el botón TOP, introduciendo la hora a mano, o activando la captura por voz:

- **Botón TOP** — pulsa el botón grande en el instante exacto en que asientas el astro sobre el horizonte con el sextante.
- **Introducir medida manualmente** — si prefieres anotar la hora con un cronómetro aparte, puedes teclearla a mano (año, mes, día, hora, minuto, segundo).
- **Captura por voz (experimental)** — di «TOP» en voz alta y la app detecta el instante sin que sueltes el sextante ni las manos para pulsar nada. Se explica en detalle en el capítulo 12.

Junto a la hora UTC capturada se muestra también la **hora local aproximada** (huso náutico: UTC ± 1h por cada 15° de longitud) — útil en travesías largas que cruzan varios husos horarios, donde la hora UTC sola no dice gran cosa de un vistazo.

Varias medidas: del mismo astro o de astros diferentes

Puedes tomar más de una medida seguidas, ya sea del **mismo astro** (por ejemplo, varias alturas del Sol en pocos minutos) o de **astros diferentes** (por ejemplo, Sol, Venus y una estrella en la misma sesión) para obtener más rectas de posición y una situación más precisa. En ambos casos se usa **Añadir muestra** / **Quitar muestra**; el contador «Medidas tomadas» lleva la cuenta. Para cambiar de astro solo hay que volver a la sección **Elegir el astro** y seleccionar el siguiente antes de tomar la nueva medida. Cuando algo sale mal, **Repetir captura** permite volver a medir esa misma muestra sin perder las anteriores.

Movimiento del buque durante la captura

Si el rumbo o la velocidad cambian **durante** la sesión de medidas —por ejemplo, paras el buque para tomar la siguiente medida con más precisión, o cambias de rumbo entre una estrella y otra—, regístralo en la sección **Movimiento del buque** de esta misma pantalla (fecha/hora desde la que aplica, nuevo rumbo y velocidad; velocidad 0 si el buque se ha parado). El viento y la corriente se

mantienen igual que en la Configuración si no los cambias aquí. ASTROFIX tendrá en cuenta todos los tramos registrados al calcular la recta corrida final (ver 13.6).

Resumen de medidas

Antes de calcular, ASTROFIX muestra un resumen con todas las medidas tomadas: astro, hora y altura de cada una. **Toca cualquier medida para editarla** —por si detectas un error al revisar— o vuelve atrás para añadir una más. Cuando estés conforme, **Calcular posición** pasa al paso final.

Última comprobación antes de calcular. Es el mejor momento para revisar que no falte ninguna hora capturada y que las alturas introducidas tengan sentido (por ejemplo, que no se haya tecleado un limbo equivocado) — un error aquí se propaga directamente al resultado final.

Resultado

Posición calculada



Posición calculada, con latitud, longitud y el gráfico de rectas de altura.

La pantalla de Resultado muestra la **latitud y longitud calculadas**, combinando todas las medidas del paso anterior. Si solo se ha tomado una medida (o varias con acimutes casi iguales, que no aportan geometría distinta), no es posible determinar una posición real: la aplicación te avisa y muestra en su lugar la posición de estima sin corregir.

Desde aquí puedes **comparar con el GPS** del teléfono (diferencia en millas náuticas) y **comparar con la posición de estima** de partida (también en millas náuticas) — dos formas rápidas de valorar la calidad del fix obtenido.

Gráfico de rectas de altura

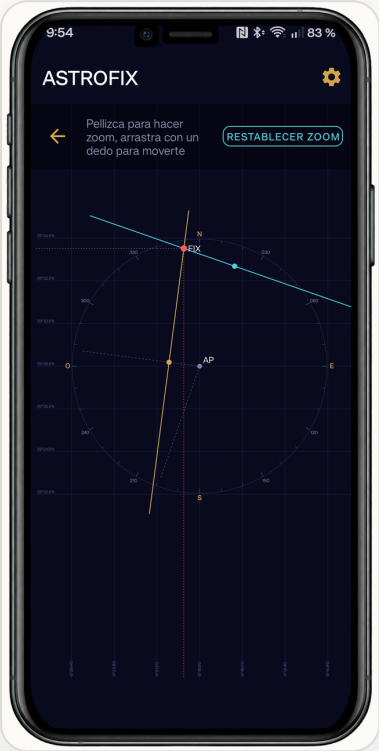


Gráfico ampliado: pellizca para hacer zoom, arrastra con un dedo para moverte.

El gráfico muestra la posición de estima (AP), cada recta de altura (una por medida, con su punto de intercepto del mismo color) y la posición final calculada (FIX, en rojo), en el mismo estilo que se dibujaría a mano sobre una carta. Tócalo para ampliarlo a pantalla completa, donde se puede hacer zoom con dos dedos y desplazarse arrastrando con uno — útil para examinar de cerca cómo de bien (o mal) se cruzan las rectas.

Desarrollo completo, paso a paso



Desarrollo de una medida: corrección de altura, posición del astro y triángulo de posición esférico.

Tocando **Cómo se ha calculado**, y después cualquier medida de la lista, se despliega su desarrollo íntegro: la corrección de la altura (Hs → Ho), la posición del astro tal y como se consultaría en el almanaque náutico (GHA, declinación, LHA), el triángulo de posición esférico dibujado esquemáticamente, y el cálculo de Hc, Zn y el intercepto — con las fórmulas exactas visibles en cada paso. Si hubo tramos de movimiento del buque, también se muestra aquí la corrección por abatimiento y corriente aplicada.

Todas las fórmulas que aparecen en esta pantalla se explican con más detalle en el capítulo 13.

Guardar y exportar a PDF

Desde el Resultado puedes:

- **Guardar en el archivo** — para consultarla más adelante desde «Ver archivo guardado» (capítulo 10).
- **Exportar como PDF** — con dos versiones a elegir:
  - **PDF resumen (bitácora)** — una página compacta con la posición de estima, la configuración usada, la tabla de medidas y el resultado final. Pensado para el cuaderno de bitácora.
  - **PDF completo (didáctico)** — el informe extendido, con el desarrollo íntegro de cada medida (las mismas fórmulas y pasos que en pantalla) y la representación gráfica final de las rectas. Pensado para practicar: imprímelo y trata de repetir los cálculos a mano antes de mirar los valores ya resueltos.

Medida 1 — Vega

20:30:00 UTC — 2026-09-21 (20:30 (UTC+0))

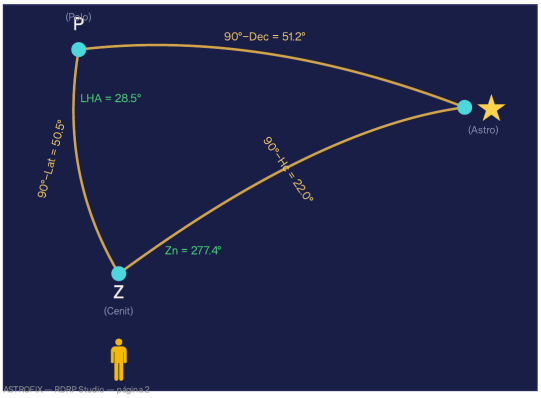
Corrección de la altura (Hs → Ho)

Altura instrumental (Hs) — el valor leído en el sextante	**68°6.7'**
Corrección de índice	**+0.0'**
Depresión del horizonte (dip = 1,76·√(altura del ojo))	**-2.5'**
= Altura aparente (Ha)	**68°4.2'**
Refracción atmosférica (fórmula de Bennett)	**-0.4'**
= Altura verdadera (Ho)	**68°2.0'**

Posición del astro (como en el almanaque náutico)

Ángulo horario en Greenwich (GHA) — como se consultaría en el almanaque náutico	**28°46.1'**
Declinación del astro — como se consultaría en el almanaque náutico	**38°48.5' N**
Longitud de estima	**0°18.6' O**
= Ángulo horario local (LHA = GHA + longitud E)	**28°27.5'**

Triángulo de posición y cálculo de Hc/Zn

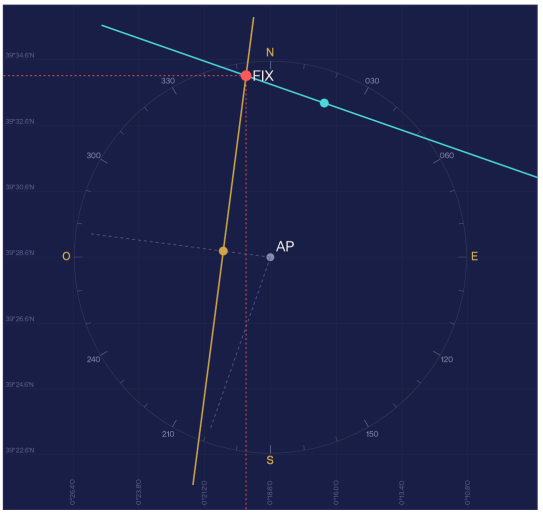


Página real del informe PDF completo, con el triángulo de posición desarrollado paso a paso.

Cómo se combinan las rectas

Cada medida da una recta de altura (perpendicular a su acimut, a la distancia del intercepto). Con 2 o más rectas, la posición final es el punto que mejor las cruza todas a la vez — calculado por mínimos cuadrados, el mismo principio que cruzar las rectas a mano sobre una carta.

Representación gráfica de las rectas



Resultado

Latitud: 39°34.1' N

Longitud: 0°19.6' O

Fix determinado correctamente.

Documento generado por ASTROFIX (RDRP Studio) con fines didácticos — compara tus cálculos manuales con los aquí mostrados. Conserva siempre el Almanaque Náutico y las tablas de reducción impresas como respaldo del sextante.

Página real del informe PDF completo, con la representación gráfica de las rectas y el punto final.

CAPÍTULO 9

Comprobar compás



Comprobación de compás: marcación observada al astro y rumbo de aguja del buque.

Esta función, accesible desde Inicio, calcula la **desviación de la aguja del compás** en un rumbo concreto, sin necesidad de instrumental adicional: basta con marcar un astro de posición conocida (Sol, Luna o un planeta) con un compás de marcaciones.

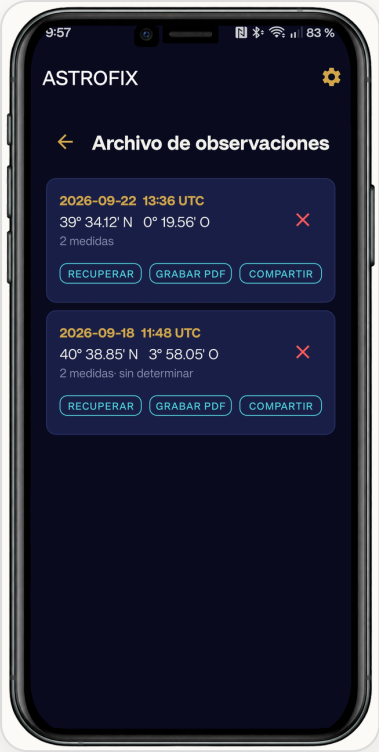
1. Elige el astro a marcar.
2. Apunta con un compás de marcaciones directamente al astro y lee el **rumbo magnético** que indica en ese momento — lo más simultáneo posible con el rumbo de aguja del buque, porque la desviación depende de hacia dónde apunta la proa.
3. Introduce esa **marcación observada** y el **rumbo de aguja del buque** en ese instante.
4. Pulsa **Calcular desviación**.

> ⚠ **Nunca mires directamente al Sol.** Usa la pínula de sombra del compás: alinea la sombra que proyecta sobre la rosa —no la vista— y lee el rumbo donde cae esa sombra.

La aplicación calcula el **rumbo verdadero** al astro (a partir de su posición real y la tuya), le resta la **declinación magnética** (WMM) para obtener la marcación magnética esperada, y la compara con la marcación magnética que realmente observaste: la diferencia es la **desviación de la aguja** en ese rumbo. El resultado puede **guardarse directamente en la tabla de desviaciones** de Ajustes, en el rumbo más cercano de los 8 disponibles.

CAPÍTULO 10

Archivo de observaciones



Archivo de observaciones guardadas, con fecha, posición y número de medidas de cada una.

Cada observación que guardes desde la pantalla de Resultado (capítulo 8) queda aquí, ordenada por fecha, con su posición calculada y el número de medidas usadas. Sobre cada entrada:

- **Recuperar** — vuelve a cargarla y muestra su resultado, con la flecha Atrás disponible para revisar sus medidas y su configuración originales.
- **Grabar PDF** — exporta esa observación (resumen o completo, como en el capítulo 8).
- **Compartir** — envía el PDF por cualquier app instalada en el teléfono (correo, mensajería, etc.). La aplicación recuerda dónde se guardó por última vez, para sobrescribir sin volver a preguntar.
- **Eliminar** — borra la observación del archivo (con confirmación; no se puede deshacer).

CAPÍTULO 11

Página de Almanaque

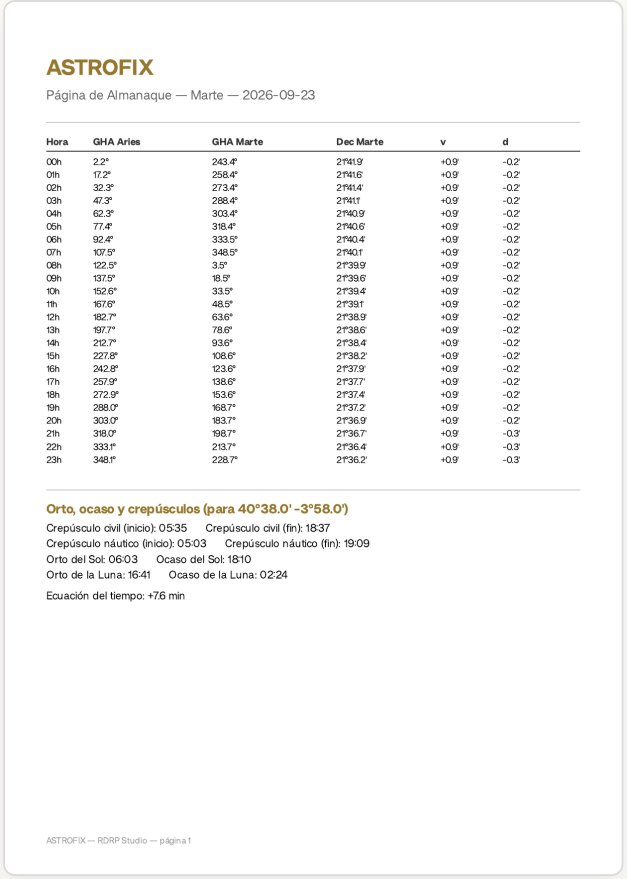


Selección de astros y tablas de corrección a incluir en el PDF del almanaque.

Genera un PDF con una **página del Almanaque Náutico en papel** —calculada con exactamente las mismas fórmulas que usa el resto de la aplicación— para el astro, la fecha y la posición que elijas. Útil como respaldo impreso, o para comprobar tus propios cálculos manuales sin necesitar el volumen anual del Almanaque.

Astro(s) a incluir

Puedes elegir uno o varios de: Sol, Luna, Venus, Marte, Júpiter, Saturno. Cada uno genera su propia tabla horaria de **GHA** (más Aries) y **Declinación**, con las columnas **v** y **d** de interpolación, para las 24 horas del día elegido.



ASTROFIX

Página de Almanaque — Marte — 2026-09-23

Hora	GHA Aries	GHA Marte	Dec Marte	v	d
00h	2.2°	243.4°	2°41.9'	+0.9'	-0.2'
01h	17.2°	258.4°	2°41.6'	+0.9'	-0.2'
02h	32.3°	273.4°	2°41.4'	+0.9'	-0.2'
03h	47.3°	288.4°	2°41.1'	+0.9'	-0.2'
04h	62.3°	303.4°	2°40.9'	+0.9'	-0.2'
05h	77.4°	318.4°	2°40.6'	+0.9'	-0.2'
06h	92.4°	333.5°	2°40.4'	+0.9'	-0.2'
07h	107.5°	348.5°	2°40.1'	+0.9'	-0.2'
08h	122.5°	3.5°	2°39.9'	+0.9'	-0.2'
09h	137.5°	18.5°	2°39.6'	+0.9'	-0.2'
10h	152.6°	33.5°	2°39.4'	+0.9'	-0.2'
11h	167.6°	48.5°	2°39.1'	+0.9'	-0.2'
12h	182.7°	63.6°	2°38.9'	+0.9'	-0.2'
13h	197.7°	78.6°	2°38.6'	+0.9'	-0.2'
14h	212.7°	93.6°	2°38.4'	+0.9'	-0.2'
15h	227.8°	108.6°	2°38.2'	+0.9'	-0.2'
16h	242.8°	123.6°	2°37.9'	+0.9'	-0.2'
17h	257.9°	138.6°	2°37.7'	+0.9'	-0.2'
18h	272.9°	153.6°	2°37.4'	+0.9'	-0.2'
19h	288.0°	168.7°	2°37.2'	+0.9'	-0.2'
20h	303.0°	183.7°	2°36.9'	+0.9'	-0.2'
21h	318.0°	198.7°	2°36.7'	+0.9'	-0.3'
22h	333.1°	213.7°	2°36.4'	+0.9'	-0.3'
23h	348.1°	228.7°	2°36.2'	+0.9'	-0.3'

Orto, ocaso y crepúsculos (para 40°38.0' -3°58.0')

Crepúsculo civil (inicio): 05:35 Crepúsculo civil (fin): 18:37
Crepúsculo náutico (inicio): 05:03 Crepúsculo náutico (fin): 19:09
Orto del Sol: 06:03 Ocaso del Sol: 18:10
Orto de la Luna: 16:41 Ocaso de la Luna: 02:24

Ecuación del tiempo: +7.6 min

ASTROFIX — RDRP Studio — página 1

Página real del almanaque en PDF generado por ASTROFIX, con la tabla horaria de Marte.

ESTRELLAS DE NAVEGACIÓN

Activando **Estrellas de navegación (58, SHA/Dec)** se añade una página con el Ángulo Horario Sideral y la Declinación de las 58 estrellas de navegación, igual que en la página de estrellas del Almanaque Náutico impreso.

ORTO, OCASO Y CREPÚSCULOS

Añade la hora de orto y ocaso del Sol y de la Luna, el inicio y fin de los crepúsculos civil y náutico, y la ecuación del tiempo — todo para la posición y fecha indicadas. En latitudes muy altas se indica cuándo el astro no sale (noche polar) o no se pone (sol de medianoche) ese día.

Tablas de corrección a incluir

Opcionalmente, el PDF puede incluir también las tablas clásicas de corrección del Almanaque Náutico en papel, ya resueltas: corrección de altura para el Sol (limbo superior/inferior), para estrellas/Júpiter/Saturno, corrección adicional por paralaje para Venus y Marte, corrección de la Luna (según paralaje horizontal PH), depresión del horizonte (dip) según la altura del ojo, conversión de arco a tiempo, y la tabla resumen de incrementos de GHA por minuto. Esta última se incluye solo como referencia para el uso del almanaque en papel — internamente, ASTROFIX calcula siempre el GHA exacto al segundo, sin necesitar interpolación manual.

CAPÍTULO 12

Captura de hora por voz (TOP)

Función experimental y opcional. El botón TOP manual de la pantalla de Captura sigue funcionando siempre igual, se active esta función o no.

Permite fijar la hora de una medida diciendo «TOP» en voz alta, sin soltar el sextante para pulsar el botón — útil en el instante crítico en que asientas el astro sobre el horizonte. Compara el sonido captado por el micrófono contra unas plantillas grabadas de tu propia voz diciendo «TOP»: **no** es reconocimiento de voz general, no usa red ni servicios externos, y funciona enteramente en el propio teléfono.

Se configura desde Ajustes → **Configurar captura por voz**.

Muestras de tu voz

Graba varias veces la palabra «TOP», con la voz que usarías realmente al tomar una medida (incluso algo alzada, como si hubiera viento) — cuantas más muestras, mejor se adapta la detección a cómo la dices tú. Se necesitan al menos 3 muestras para poder activar la escucha; el máximo es 6 (elimina alguna si quieres grabar una distinta).

Sensibilidad



Sensibilidad, prueba de detección y calibración del retardo.

El deslizador de sensibilidad va de **Estricta** a **Permisiva**. Más sensible detecta el «TOP» más fácilmente, pero también aumenta el riesgo de falsos disparos con el ruido del viento, golpes u otros sonidos. Ajusta y prueba con la función de abajo hasta encontrar el punto adecuado para tu barco y sus condiciones habituales.

Probar la detección

Pulsa **Probar detección** y di «TOP» como lo harías de verdad, en el sitio y con el ruido de fondo real (viento, motor, etc.), para comprobar que te detecta bien antes de confiar en la función durante una

observación real. El resultado muestra si se detectó y con qué porcentaje de coincidencia respecto a tus plantillas.

Calibrar retardo (opcional)

Cada teléfono tiene su propio retardo entre el sonido real y el instante en que la aplicación lo detecta. Esta prueba lo mide: pulsa el botón TOP exactamente a la vez que dices «TOP», tres veces seguidas —como harías con el sextante en la mano— y la aplicación calcula la diferencia media y la aplica automáticamente a partir de ese momento, corrigiendo la hora capturada por voz. Se puede restablecer a 0 ms en cualquier momento.

CAPÍTULO 13

Métodos de cálculo

Este capítulo reúne, con sus fórmulas exactas, todo el cálculo matemático y astronómico que ASTROFIX realiza internamente en cada observación — el mismo que se muestra, paso a paso, en la pantalla «Cómo se ha calculado» y en el informe PDF completo (didáctico). Se recomienda seguirlo con calculadora en mano y reproducir el cálculo de una medida real de la aplicación, comparando cada valor intermedio.

13.1 Corrección de la altura (Hs → Ho)

La altura leída directamente en el sextante (**Hs**, instrumental) no es la altura real del astro sobre el horizonte verdadero: hay que corregirla en varios pasos hasta obtener la **altura verdadera (Ho)**, que es la que realmente interviene en el cálculo de la posición.

```
PASO 1 — CORRECCIÓN DE ÍNDICE
Ha' = Hs + corrección de índice
PASO 2 — DEPRESIÓN DEL HORIZONTE (DIP)
dip = 1,76 · √(altura del ojo en metros)  [minutos de arco, negativo]
= ALTURA APARENTE
Ha = Ha' + dip
PASO 3 — REFRACCIÓN ATMOSFÉRICA (FÓRMULA DE BENNETT)
R = 1 / tan(Ha + 7,31/(Ha + 4,4))  [minutos de arco, siempre negativa]
PASO 4 — SEMIDIÁMETRO (SOLO SOL Y LUNA)
± SD  → +SD con limbo inferior, −SD con limbo superior
PASO 5 — PARALAJE EN ALTITUD (SOL, LUNA Y PLANETAS)
paralaje = HP · cos(Ha)  [siempre positiva]
= ALTURA VERDADERA
Ho = Ha + R + SD + paralaje
```

La refracción es siempre negativa (el astro se ve más alto de lo que realmente está) y depende de la altura aparente: es mucho mayor cerca del horizonte que cerca del cenit. El semidiámetro solo se aplica al Sol y a la Luna, cuyo disco es lo bastante grande para medir el limbo y no el centro; en estrellas, Júpiter y Saturno la corrección de paralaje es despreciable (menos de 0,05′) y no se aplica — sí es relevante, en cambio, para el Sol, la Luna y, en menor medida, Venus y Marte, cuya distancia a la Tierra varía sensiblemente según la fecha.

13.2 Posición del astro en el instante de la medida

Con la hora UTC exacta capturada (TOP), ASTROFIX calcula internamente, para cualquier astro y cualquier instante, exactamente los mismos datos que se consultarían en el Almanaque Náutico en papel:

```
ÁNGULO HORARIO EN GREENWICH
```

```
GHA — el ángulo horario del astro respecto al meridiano de Greenwich, en el instante exacto de la medida

DECLINACIÓN
Dec — el equivalente celeste de la latitud: distancia angular del astro al ecuador celeste

= ÁNGULO HORARIO LOCAL
LHA = GHA + longitud (E positiva, O negativa)
```

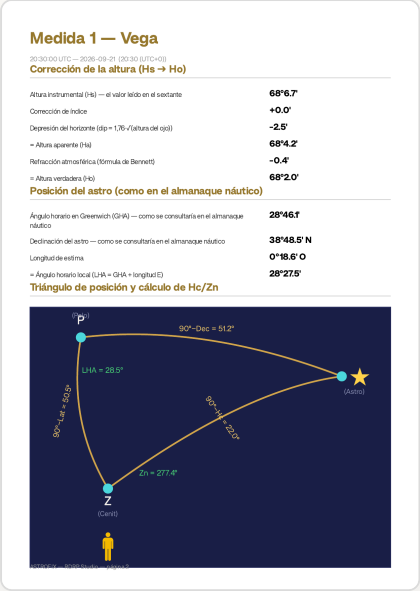
Para el Sol, la Luna y los planetas, estas posiciones se derivan de las efemérides astronómicas integradas en la aplicación (equivalentes a las que publica el Almanaque Náutico anual). Para las 58 estrellas de navegación, se parte de su Ascensión Recta y Declinación catalogadas (referidas al equinoccio J2000, con la precesión correspondiente aplicada) y del GHA de Aries en el instante de la medida:

```
GHA(estrella) = GHA(Aries) + SHA(estrella)
```

CAPÍTULO 13 · CONTINUACIÓN

Métodos de cálculo (cont.)

13.3 Triángulo de posición esférico



El triángulo de posición esférico Polo–Cenit–Astro, tal y como lo dibuja ASTROFIX en el desarrollo de cada medida (ejemplo real, Vega).

El **triángulo de posición** es el triángulo esférico formado por tres vértices: el **Polo** elevado (P), el **Cenit** del observador (Z) y el **Astro** observado. Sus tres lados y ángulos relacionan la latitud de estima, la declinación del astro y el ángulo horario local con la altura y el acimut del astro — es la base de todo el cálculo de la recta de altura, tanto a mano con tablas de reducción como en ASTROFIX.

Los tres lados del triángulo son 90°−Lat (Polo–Cenit), 90°−Dec (Polo–Astro) y 90°−Hc (Cenit–Astro); el ángulo en el Polo es el LHA, y el ángulo en el Cenit es el acimut Zn.

```
ALTURA CALCULADA (HC)
sin(Hc) = sin(Lat)·sin(Dec) + cos(Lat)·cos(Dec)·cos(LHA)

ACIMUT (ZN)
Zn = atan2( −sin(LHA) , cos(Lat)·tan(Dec) − sin(Lat)·cos(LHA) )
```

Hc es la altura que *debería* tener el astro si el observador estuviera exactamente en la posición de estima (Lat, Lon) en el instante de la medida — se calcula por trigonometría esférica a partir de esa posición y de la posición del astro (GHA/Dec) obtenida en el apartado anterior. **Zn** es la dirección, medida desde el Norte verdadero en sentido horario (0°–360°), hacia donde estaba el astro en ese instante.

13.4 Intercepto y recta de altura

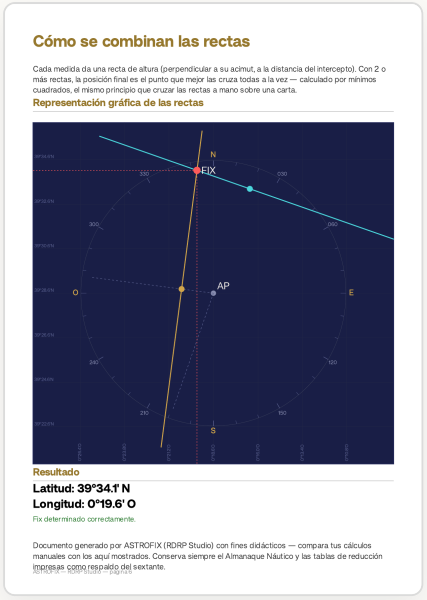
```
INTERCEPTO
Intercepto = (Ho − Hc) × 60  [millas náuticas]
```

El intercepto es la diferencia entre la altura verdadera realmente medida (Ho) y la altura calculada para la posición de estima (Hc), convertida a millas náuticas (1 minuto de arco = 1 milla náutica). Si Ho > Hc, el barco está más cerca del astro de lo que indica la estima: el intercepto es **hacia el astro**. Si Ho < Hc, es **alejándose del astro**.

Trasladando ese número de millas desde la posición de estima, en la dirección del acimut Zn (hacia o alejándose, según el signo), se obtiene un punto por el que pasa la **recta de altura** — perpendicular

al acimut en ese punto. El barco real está en algún punto de esa recta; una sola medida no basta para saber en cuál.

13.5 Combinación de varias rectas — mínimos cuadrados



Representación gráfica real de dos rectas de altura cruzándose en el FIX — ejemplo generado por ASTROFIX.

Con dos o más medidas se obtienen dos o más rectas de altura, cada una con su propio acimut e intercepto. La posición final (**FIX**) es el punto que mejor cruza todas las rectas a la vez.

Con exactamente dos rectas no paralelas, el FIX es sencillamente su punto de corte. Con tres o más, en la práctica manual se busca el «triángulo de error» y se estima el centro a ojo; ASTROFIX, en cambio, resuelve el sistema sobreterminado por **mínimos cuadrados**: el punto que minimiza la suma de los cuadrados de las distancias perpendiculares a todas las rectas simultáneamente — el mismo principio que cruzar las rectas a mano sobre la carta, pero resuelto de forma exacta y objetiva. Si la geometría de las rectas está mal condicionada (acimutes casi paralelos entre sí), el sistema queda indeterminado y la aplicación lo señala explícitamente en vez de dar una posición engañosa.

CAPÍTULO 13 · CONTINUACIÓN

Métodos de cálculo (cont.)

13.6 Recta corrida: abatimiento, deriva y rumbo efectivo

Cuando el buque se mueve entre medidas (capítulo 5), ASTROFIX traslada cada recta de altura anterior hasta el instante de la última mediante una **recta corrida**, calculada con el rumbo y la velocidad efectivos reales del buque sobre el fondo:

```
PASO 1 — RUMBO VERDADERO
Rv = Rumbo de aguja + Desviación (tabla, interpolada) + Declinación magnética (WMM)
PASO 2 — ABATIMIENTO POR VIENTO (APROXIMADO)
Abatimiento ≈ K · V(viento) · sen(ángulo relativo del viento) / V(buque)
= RUMBO DE SUPERFICIE
Rs = Rv + Abatimiento
PASO 3 — DERIVA POR CORRIENTE (EXACTA, VECTORIAL)
Se suma vectorialmente el vector (rumbo de superficie, velocidad propia) con el vector de la corriente (dirección, velocidad)
= RUMBO Y VELOCIDAD EFECTIVOS
Re, Ve  — el movimiento real del buque sobre el fondo
```

La corrección por **desviación** y **declinación** es exacta (tablas y modelo WMM). La corrección por **abatimiento** es necesariamente aproximada, porque no existe una fórmula física universal que lo derive del viento sin calibrar antes el barco concreto — de ahí el coeficiente K ajustable en Ajustes (ver 3 y 13.6). La corrección por **corriente**, en cambio, es exacta: una simple composición vectorial de velocidades. Si hay varios tramos de rumbo/velocidad distintos durante la sesión (registrados en el paso de Captura), se aplica esta misma cadena a cada tramo por separado antes de trasladar la recta.

13.7 Desviación de la aguja — comprobación de compás

La función «Comprobar compás» (capítulo 9) invierte parte de esta cadena para *medir* la desviación real, en vez de asumirla de una tabla:

```
RUMBO VERDADERO AL ASTRO
calculado a partir de su GHA/Dec y de la posición de estima, igual que el acimut Zn (13.3)
MARCACIÓN MAGNÉTICA ESPERADA
= Rumbo verdadero al astro − Declinación magnética (WMM)
DESVIACIÓN DE LA AGUJA
= Marcación magnética observada − Marcación magnética esperada
```

13.8 Declinación magnética — modelo WMM

La declinación magnética —diferencia entre el Norte verdadero y el Norte magnético en un punto y fecha dados— se obtiene del **World Magnetic Model (WMM)** oficial de NOAA/NGA, un modelo matemático del campo magnético terrestre expresado como una serie de armónicos esféricos de grado y orden 12, válido durante ciclos de 5 años. ASTROFIX lo evalúa íntegramente en el dispositivo a partir de la posición de estima (latitud, longitud) y de la fecha de la observación, sin ninguna consulta externa — y permite importar una versión más reciente del fichero de coeficientes (WMM.COF) en cuanto NOAA la publique (ver capítulo 3).

13.9 Hora de huso náutico

Junto a cada hora UTC, ASTROFIX muestra también la hora local aproximada según el **huso horario náutico** tradicional: un huso de 15° de longitud por cada hora, sin depender de ninguna base de datos de zonas horarias administrativas (que no existe, evidentemente, en alta mar).

```
Huso náutico (horas) = redondeo(Longitud / 15°)  — con signo + al Este, − al Oeste
```

CAPÍTULO 14

Glosario náutico

El mismo glosario integrado en la aplicación (Ajustes → Glosario náutico), con la definición de cada término técnico que aparece en ASTROFIX, agrupado por tema.

TRIÁNGULO DE POSICIÓN Y COORDENADAS DEL ASTRO

Acimut (Zn) — Ángulo, medido desde el Norte verdadero en sentido horario (0°–360°), que marca la dirección hacia el astro en el momento de la medida.

Altura (H) — Ángulo entre el astro y el horizonte. En la app aparece como Hs (instrumental, la que lees en el sextante), Ho (verdadera, tras las correcciones) y Hc (calculada, la que 'debería' dar tu posición de estima).

Cenit — El punto justo encima del observador, en la vertical del lugar; es uno de los tres vértices del triángulo de posición.

Polo elevado — El polo terrestre (Norte o Sur) que está por encima del horizonte del observador; el segundo vértice del triángulo.

Triángulo de posición — El triángulo esférico Polo–Cenit–Astro que relaciona latitud, declinación y ángulo horario con la altura y el acimut del astro; es la base de todo el cálculo de la recta de altura.

Declinación (del astro) — El equivalente celeste de la latitud: distancia angular del astro al ecuador celeste.

Ángulo horario local (LHA) — Cuánto se ha desplazado el astro, en longitud, desde el meridiano del observador.

Ascensión recta — El equivalente celeste de la longitud, usado para situar el astro en el cielo junto con su declinación.

RECTA DE ALTURA Y SITUACIÓN

Recta de altura — La línea de posición que resulta de una sola medida de altura; el barco está en algún punto de esa recta.

Intercepto — La distancia (en millas) entre tu posición de estima y la recta de altura, y si hay que desplazarse 'hacia' o 'desde' el astro para llegar a ella.

Punto de estima (DR) — La posición calculada a partir del último punto conocido, el rumbo y la velocidad, sin corregir con ninguna observación.

Situación / Fix — La posición real, obtenida al cruzar dos o más rectas de altura.

CAPÍTULO 14 · CONTINUACIÓN

Glosario náutico (cont.)

SEXTANTE Y CORRECCIONES DE LA MEDIDA

Error de índice — El error propio de cada sextante, que hay que restar (o sumar) a toda altura medida con él.

Altura del ojo — La altura del observador sobre el nivel del mar; de ella depende la corrección por depresión del horizonte.

Depresión (dip) — La corrección por la altura del ojo: cuanto más alto está el observador, más 'cae' el horizonte visible.

Refracción — La curvatura que sufre la luz del astro al atravesar la atmósfera, que hace que se vea más alto de lo que realmente está.

Paralaje — La corrección por el hecho de medir desde la superficie de la Tierra y no desde su centro (solo relevante para el Sol, la Luna y los planetas).

Semidiámetro / Limbo — Al medir el Sol o la Luna con el sextante, se toca su borde (limbo superior o inferior), no su centro; el semidiámetro corrige esa diferencia.

RUMBO Y CORRECCIÓN POR VIENTO/CORRIENTE

Demora — La dirección, medida con un compás, hacia un objeto (un astro, la costa, otro barco).

Rumbo verdadero — El rumbo respecto al Norte verdadero (geográfico), antes de aplicar desviación de la aguja.

Desviación de la aguja — El error propio del compás de a bordo, distinto en cada rumbo, por el magnetismo del propio barco.

Declinación magnética — La diferencia entre el Norte verdadero y el Norte magnético en un lugar y fecha concretos (calculada aquí con el modelo WMM).

Abatimiento — El desvío lateral que el viento provoca sobre el rumbo del barco.

Deriva (por corriente) — El desvío adicional, en rumbo y velocidad, causado por la corriente.

Rumbo de superficie / Rumbo efectivo — El rumbo ya corregido por abatimiento (de superficie) y luego también por la corriente (efectivo): el que realmente sigue el barco sobre el fondo.

TIEMPO

UTC — La hora universal, de referencia para todos los cálculos astronómicos.

Hora de huso náutico — La hora local aproximada según la longitud (UTC ± un huso de 15°), sin depender de ninguna base de datos de zonas horarias.

CAPÍTULO 15

Glosario de fórmulas de cálculo

El mismo glosario integrado en la aplicación (Ayuda → Fórmulas de cálculo), con los datos necesarios y la fórmula estándar de navegación astronómica para cada cálculo que realiza ASTROFIX, agrupado por tema.

CORRECCIÓN DE LA ALTURA DEL SEXTANTE

Cálculo de la depresión del horizonte (dip):

he — altura del ojo del observador sobre el nivel del mar (m)

```
FÓRMULA:
Dip = 1,76 × √he (minutos de arco; he en metros)
```

Cálculo de la refracción atmosférica:

Ha — altura aparente del astro, tras el error de índice y el dip (°)

```
FÓRMULA:
R = 0,97127 / tan(Ha) − 0,00137 / tan³(Ha) (minutos de arco)
La refracción se resta siempre de la altura.
```

Cálculo del semidiámetro (Sol y Luna):

- HP — paralaje horizontal ecuatorial de la Luna, de las efemérides (′)
- R — distancia Tierra–Sol en unidades astronómicas, de las efemérides

```
FÓRMULA:
SD Luna = 0,2724 × HP
SD Sol ≈ 16,0′ / R
Solo se aplica al Sol y a la Luna; se suma con limbo inferior, se resta con
limbo superior.
```

Cálculo de la paralaje en altura:

- HP — paralaje horizontal ecuatorial del astro, de las efemérides (′)
- Ha — altura aparente del astro (°)

```
FÓRMULA:
Paralaje = HP × cos(Ha)
Se suma a la altura. Solo relevante para el Sol, la Luna, Venus y Marte; en
estrellas, Júpiter y Saturno es despreciable (< 0,05′) y no se aplica.
```

Cálculo de la altura verdadera (Ho):

- Hs — altura instrumental, leída en el sextante (°)
- IC — corrección de índice del sextante (°)
- Dip — depresión del horizonte (°)
- R — refracción atmosférica (°)

- SD — semidiámetro, si aplica (°)
- P — paralaje en altura, si aplica (°)

```
FÓRMULA:
Ha′ = Hs + IC
Ha = Ha′ − Dip
Ho = Ha − R ± SD + P (+SD con limbo inferior, −SD con limbo superior)
```

POSICIÓN DEL ASTRO

Cálculo del GHA de Aries:

Hora UTC exacta de la medida (TOP)

```
FÓRMULA:
Se obtiene del tiempo sidéreo de Greenwich (GAST) para el instante UTC exacto de la medida. No es una fórmula de una sola línea: se calcula con un desarrollo astronómico completo, igual que en el Almanaque Náutico anual.
```

Cálculo del GHA y la declinación del Sol, la Luna y los planetas:

Hora UTC exacta de la medida (TOP); fecha de la observación

```
FÓRMULA:
Se derivan de las efemérides astronómicas del astro para el instante exacto de la medida, con las mismas fórmulas de mecánica celeste que emplea el Almanaque Náutico anual — no se resumen en una fórmula corta.
```

Cálculo del GHA de una estrella:

- GHA Aries — ángulo horario de Aries en el instante de la medida (°)
- SHA — ángulo horario sidéreo de la estrella, catalogado (°)

```
FÓRMULA:
GHA(estrella) = GHA(Aries) + SHA(estrella)
```

Cálculo del ángulo horario local (LHA):

- GHA — ángulo horario en Greenwich del astro (°)
- Lon — longitud de la posición de estima (° Este +, Oeste −)

```
FÓRMULA:
LHA = GHA + Lon (Este positivo, Oeste negativo; normalizado entre 0° y 360°)
```

CAPÍTULO 15 · CONTINUACIÓN

Glosario de fórmulas de cálculo (cont.)

TRIÁNGULO DE POSICIÓN Y RECTA DE ALTURA

Cálculo de la altura calculada (Hc):

- Lat — latitud de la posición de estima (°)
- Dec — declinación del astro (°)
- LHA — ángulo horario local (°)

```
FÓRMULA:
sen(Hc) = sen(Lat)·sen(Dec) + cos(Lat)·cos(Dec)·cos(LHA)
```

Cálculo del acimut (Zn):

- Lat — latitud de la posición de estima (°)
- Dec — declinación del astro (°)
- Hc — altura calculada (°)
- LHA — ángulo horario local (°)

```
FÓRMULA:
cos(Z) = (sen(Dec) − sen(Lat)·sen(Hc)) / (cos(Lat)·cos(Hc))
Si LHA > 180°, Zn = Z; si LHA < 180°, Zn = 360° − Z
```

Cálculo del intercepto:

- Ho — altura verdadera, medida y corregida (°)
- Hc — altura calculada para la posición de estima (°)

```
FÓRMULA:
Intercepto = (Ho − Hc) × 60 (millas náuticas)
Si Ho > Hc, hacia el astro; si Ho < Hc, alejándose del astro.
```

Cálculo de la posición (FIX) con varias rectas — mínimos cuadrados:

- Zn i — acimut de cada recta de altura (°)
- Intercepto i — intercepto de cada recta de altura (millas náuticas)

```
FÓRMULA:
Cada recta i aporta una ecuación:
cos(Zn i)·Δlat + sen(Zn i)·cos(Lat)·Δlon = Intercepto i
Con 3 o más rectas, el sistema queda sobredeterminado; ASTROFIX lo resuelve
por mínimos cuadrados, hallando el punto (Δlat, Δlon) que minimiza la suma de
los cuadrados de las distancias a todas las rectas.
```

RUMBO, DERIVA Y COMPÁS

Cálculo del rumbo verdadero (Rv):

- Rumbo de aguja — rumbo leído en el compás del buque (°)

- Desviación — de la tabla de desviaciones, interpolada (° Este +, Oeste −)
- Declinación magnética — del modelo WMM para la posición y fecha (° Este +, Oeste −)

```
FÓRMULA:
Rv = Rumbo de aguja + Desviación + Declinación magnética
```

Cálculo del abatimiento por viento (coeficiente K):

- K — coeficiente de abatimiento del buque, ajustable en Ajustes (por defecto 5,0)
- Viento — velocidad del viento aparente
- Ángulo relativo — ángulo entre el rumbo del buque y la dirección del viento
- Velocidad — velocidad del buque

```
FÓRMULA:
Abatimiento ≈ K · Viento · sen(Ángulo relativo) / Velocidad
Es una aproximación: no existe una fórmula física universal sin calibrar antes
el buque concreto.
```

Cálculo de la deriva por corriente:

- Rv — rumbo verdadero del buque (°)
- Ve — velocidad del buque en el agua
- Rc — dirección hacia la que fluye la corriente (°)
- Vc — velocidad de la corriente

```
FÓRMULA:
Vx = Ve·sen(Rv) + Vc·sen(Rc)
Vy = Ve·cos(Rv) + Vc·cos(Rc)
Rumbo efectivo = atan2(Vx, Vy)
Velocidad efectiva = √(Vx² + Vy²)
```

Cálculo de la recta corrida:

- Velocidad efectiva — resultante de rumbo/corriente/abatimiento (nudos)
- Rumbo efectivo — resultante de rumbo/corriente/abatimiento (°)
- Δt — tiempo transcurrido entre la medida anterior y la última (horas)

```
FÓRMULA:
Distancia recorrida = Velocidad efectiva × Δt (millas náuticas)
La recta de altura anterior se traslada esa distancia en la dirección del
rumbo efectivo, hasta el instante de la última medida.
```

Cálculo de la desviación de la aguja (comprobación de compás):

- Zn — acimut verdadero del astro observado, calculado (°)
- Declinación magnética — del modelo WMM (° Este +, Oeste −)
- Rumbo de aguja — marcación al astro leída en el compás del buque (°)

```
FÓRMULA:
Rumbo magnético = Zn − Declinación magnética
```

```
Desviación = Rumbo magnético − Rumbo de aguja
```

Glosario de fórmulas de cálculo (cont.)

MAGNETISMO Y TIEMPO

Cálculo de la declinación magnética:

- Lat, Lon — posición de estima (°)
- Fecha — fecha de la observación
- Coeficientes del modelo WMM (fichero WMM.COF, NOAA/NGA)

```
FÓRMULA:
Se evalúa con el modelo WMM (World Magnetic Model), una serie de armónicos
esféricos de grado y orden 12 — no se resume en una fórmula corta. Entrada:
posición y fecha. Salida: declinación magnética en ese punto.
```

Cálculo del huso horario náutico:

Lon — longitud de la posición de estima (° Este +, Oeste −)

```
FÓRMULA:
Huso (horas) = redondeo(Lon / 15°) (signo + al Este, − al Oeste)
```

CAPÍTULO 16

Apéndices

15.1 Astros disponibles

Sol, Luna, Venus, Marte, Júpiter, Saturno, y las 58 estrellas de navegación clásicas:

- Acamar
- Achernar
- Acrux
- Adhara
- Aldebarán
- Alioth
- Alkaid
- Al Na'ir
- Alnilam
- Alphard
- Alphecca
- Alpheratz
- Altair
- Ankaa
- Antares
- Arcturus
- Atria
- Avior
- Bellatrix
- Betelgeuse
- Canopus
- Capella
- Deneb
- Denebola
- Diphda
- Dubhe
- Elnath
- Eltanin
- Enif
- Fomalhaut
- Gacrux
- Gienah
- Hadar
- Hamal
- Kaus Australis
- Kochab
- Markab
- Menkar
- Menkent
- Miaplacidus
- Mirfak
- Nunki
- Peacock
- Polaris
- Pollux
- Procyon
- Rasalhague
- Regulus
- Rigel
- Rigil Kentaurus
- Sabik
- Schedar
- Shaula
- Sirius
- Spica
- Suhail
- Vega
- Zubenelgenubi

Apéndices (cont.)

15.2 Constelaciones incluidas

Fichas de constelación disponibles en «Ubicar en el cielo» (capítulo 6) para las estrellas de navegación:

· Andrómeda
· Fénix
· Casiopea
· Ballena (Cetus)
· Erídano
· Aries
· Perseo
· Tauro
· Orión
· Cochero (Auriga)
· Quilla (Carina)
· Can Mayor
· Can Menor
· Géminis
· Vela
· Hidra
· Leo
· Osa Mayor
· Cuervo
· Cruz del Sur
· Virgo
· Centauro
· Boyero (Bootes)
· Libra
· Osa Menor
· Corona Boreal
· Escorpio
· Triángulo Austral
· Ofiuco
· Dragón (Draco)
· Sagitario
· Lira
· Águila (Aquila)
· Pavo Real (Pavo)
· Cisne (Cygnus)
· Pegaso
· Grulla (Grus)
· Pez Austral

15.3 Formato de los informes PDF

ASTROFIX genera cuatro tipos de documento PDF, todos con el mismo pie de página («ASTROFIX — RDRP Studio — página X») y calculados con exactamente las mismas fórmulas que el resto de la aplicación:

Documento	Contenido	Dónde se genera
PDF resumen (bitácora)	Posición de estima, configuración, tabla de medidas y resultado, en una página compacta.	Resultado / Archivo
PDF completo (didáctico)	Desarrollo íntegro paso a paso de cada medida, con fórmulas, triángulo de posición y gráfico final de rectas.	Resultado / Archivo
Página de Almanaque	Tablas horarias de GHA/Dec, estrellas de navegación, orto/ocaso/crepúsculos y tablas de corrección clásicas.	Página de Almanaque (Inicio)



RDRP Studio

ASTROFIX es una aplicación de RDRP Studio — desarrollo de software independiente. Este manual describe la versión de ASTROFIX vigente en la fecha de publicación indicada en la portada; algunas funciones marcadas como experimentales (captura de hora por voz) pueden evolucionar en próximas versiones.

Toda la reducción de observaciones, el modelo magnético WMM y las efemérides astronómicas se calculan íntegramente en el dispositivo — ASTROFIX no se conecta a ningún servidor ni comparte datos con terceros.