Regiment de llegües

Autor:
Data de publicació: 24-08-2026

Definició gràfica del sinus i el cosinus del rumb emprats per Ferrer de Blanes

El regiment de llegües era un mètode de càlcul nàutic que va substituir la Tauleta de marteloio introduint la navegació astronòmica per latituds. Basat en el sistema de Ferrer de Blanes per al càlcul de la distància navegada a partir del rumb seguit i l'?-latitud entre dos punts, mesurat mitjançant l'altura del sol o la polar respecte a l'equinoccial.[1] La primera referència coneguda, van ser les instruccions de Ferrer de Blanes per traçar el meridià de Tordesillas,[2] mètode seguit el 1564 per Juan Pérez de Moya i més tard per Rodrigo Çamorano, passant a ser la navegació per latituds, amb el nom de Regimiento de leguas, el sistema més adequat per als càlculs en la navegació oceànica, fins al punt que als pilots que la practicaven se'ls anomenava pilots d'altures.[3]

Història

Pel que es té coneixement fins avui dia, el mètode de la tauleta de marteloio, també d'origen mediterrani, documentat a l'Atlas d'Andrea Bianco (1436), va ser reemplaçat, al menys al 1493, pel regiment de llegües, documentat per primera vegada a la carta de Jaume Ferrer de Blanes al Cardenal Mendoza trobada adjunta dins del llibre de poemes dedicats a Dante Alighieri "Sentències catòliques del diví poeta Dant".[4] Aquest mètode va substituir les línies de derrota traçades mitjançant el rumb i l'estima del pilot, pel punt d'esquadria, que, aplicant identitats pitagòriques a un triangle rectangle, permet calcular la distància navegada (hipotenusa) i l'?-longitud (catet adjacent a l'angle del rumb respecte a l'equador), a partir de dues dades d'entrada: el rumb magnètic respecte a l'equador i l'?-latitud entre dos punts (catet oposat a l'angle del rumb respecte a l'equador).[3] És un fet curiós com el mètode del càlcul astronòmic de l'?-longitud i el càlcul de la distància navegada, van poder romandre ocults durant segles dins d'un llibre de teologia.[2]

Triangle rectangle de Ferrer de Blanes

era conegut i dominat per Colom el mètode del triangle rectangle emprat per determinar tant l'?-longitud com la distància navegada, segons afirma Jaume Ferrer de Blanes (lapidario de Burgos, a Castella), en documentar-ho per primera vegada en la carta enviada al Cardenal Mendoza el 1493. Aquest sistema en va substituir un de més antic, també d'origen mediterrani: la tauleta de marteloio, documentat al seu torn a l'Atlas d'Andrea Bianco (1436),[2] simplement canviant, amb aquest sistema que ell proposa, les línies de derrota traçades per rumb, estima i ampolleta del Marteloio, pel punt d'esquadria calculat a partir de l'increment de latitud i del rumb respecte a l'equador. El sistema batejat com a "Regiment de llegües" segons Luís de Albuquerque en el pròleg de les taules d'Abraham Zacuth (1490),[5] també per Juan Pérez de Moya en el seu *Arte de Marear* (1564) i finalment com a punt d'esquadria per Rodrigo Zamorano (1585),[4] va augmentar infinitament la precisió de l'estima clàssica, ja que en basar-se en mesures astronòmiques és independent dels corrents i de l'abatiment. Aquests estudis deixen palès que la transició cap a la navegació per latituds i el càlcul del punto de esquadría mitjançant trigonometria plana ja era coneguda i emprada en l'entorn colombí a finals del segle XV.

A la carta al cardenal Mendoza de 1493 Ferrer de Blanes diu molt clarament:[4]

No es pot calcular la distància recorreguda navegant en un rumb paral·lel a l'equinoccial, per tant implica que els navehants oceànics, entre ells Colom, per saber la distància navegada havien de fer servir rumbs oblics a l'equador. Al final de la carta afegeix. Si teniu algun dubte [sobre aquest sistema] pregunteu-li a l'Almirall que en sap molt més que jo, la qual cosa implica de Colom coneixia perfectament el mètode de càlcul de diferència de longituds i distància navegada per triangles rectangles

Càlcul de la diferència de longitud

La carta de 1493 trobada adjunta dins del llibre de poemes dedicats a Dante Alighieri Sentències catòliques del diví poeta Dant,[6] va permetre conservar ocult durant anys, dins d'un llibre de teologia, el secret del càlcul astronòmic de la "diferència de longitud entre dos punts" (catet adjacent a l'angle del rumb respecte a l'equador) i de la "distància navegada" (hipotenusa),[7] a partir de l'increment de latitud (catet oposat a l'angle del rumb), contra el que afirma Dava Sobel en el seu llibre *Longitude*, en el qual manté una mitja veritat dient que , abans del rellotge de Harrison no es podia determinar la diferència de longitud entre dos punts. El que hauria de dir és que , tot i que les taules de distàncies lunars de Mendoça si que ho permetien, abans de tenir un rellotge amb l'hora de Greenwich no era pràctic determinar la diferència de longitud respecte dit observatori.[8] De fet, el càlcul de la diferència de longitud de 370 llegües (25,69494º) a l'oest de Cap Verd (Fogo, 24,3945° W) marcada per Ferrer de Blanes, que coincideix amb la desembocadura de l'Amazones (50,08944° W), ha perdurat en tots els mapes fins als nostres dies (vegeu el mapa adjunt del temps de Felip V).

A la carta abans esmentada explica tres formes per trobar el meridià d'Alexandre VI "corregit".[4]

Una d'elles diu:: La nau que partirà de les illes del Cap Verd (Fogo), per buscar el dit terme, cal que dexe el paral·lel o línia occidental a mà esquerra, i que prengui el seu camí per la quarta de ponent, la bolta del maestral, i que navegui tant per l'esmentada quarta fins el polus mundi se li elevi XVIII i un terç , i, llavors, la dita nau serà just a la línia susdita, que passa, de pol a pol, per la fi de les CCCLXX llegües.

Fórmula

Fórmula aplicada per calcular la diferència de longitud entre el Cap verd i la desembocadura de l'Amazones segons el triangle rectangle de Ferrer de Blanes

Càlcul de la distància navegada

Sistema de Ferrer de Blanes recolzat pel llibre d'Abraham Zacuth. Més tard al s.XVI el procés es va anomenar Regiment de llegües.

Es mesurava l'apartament del sol respecte a l'equinoccial o l'alçada de la polar amb el quadrant o la balestilla
Amb taules de declinacions es calculava la latitud (amb l'alçada de la polar no calia n'era el valor directe)
Es consultava la taula precalculada amb 7 entrades de cada quarta de rumb respecte l'equador i per 1 grau d'increment de latitud entre punts, s'anotaven les llegües del resultat
Amb aquesta distància navegada" Amb el compàs de puntes es marcava la nova posició sobre la carta

Fórmula

Fórmula aplicada per generar les taules precalculades del Punt d'esquadria o del Regiment de llegües seguint el

mètode de Ferrer de Blanes

Taula resultant

Precàlcul fonamental per identitats pitagòriques (per 1º de ?-latitud)

Quarta (Rumb)Angle respecte a l'equadorDistància navegada en graus (D)Distància en llegües (18¾ per llegua)?-Longitud en graus (L)

1a quarta
11,25° (11° 15')
5,1258
96,11
5,0273

2a quarta
22,50° (22° 30')
2,6131
48,99
2,4142

3a quarta
33,75° (33° 45')
1,8000
33,75
1,4966

4a quarta (Mestral)
45,00° (45° 00')
1,4142
26,52
1,0000

5a quarta
56,25° (56° 15')
1,2027
22,55
0,6682

6a quarta
67,50° (67° 30')
1,0824
20,295
0,4142

7a quarta
78,75° (78° 45')

1,0196
19,12
0,1989

8a quarta (Oest/Est)
90,00° (90° 00')
Infinit (Paral·lel)
Infinit
Sense canvi de latitud

Tres detalls clau d'aquesta taula

Cas triangle isòsceles (quarta del Mestral): Amb el rumb a 45º, el valor de l'?-longitud en graus és el mateix que l'?-latitud. És a dir, per cada grau que hom desplaça sobre l'eix sud/nord, s'avança exactament un grau sobre l'eix est/oest. Això explica perquè Ferrer de Blanes va triar la derrota del Mestral per traçar la línia de Tordesillas: El càlcul era net i perfecte per una resolució amb les taules trigonomètriques de l'època (Regiomontanus/Zacuth).
Multiplicadors directes: El pilot només havia de prendre el valor astronòmic observat de l'?-latitud en graus i multiplicar-lo per la constant de la columna "D" per obtenir la distància real navegada en llegües sense fer càlculs complexos a la bitàcola.
Punt d'esquadria: Aquesta taula demostra perquè el punt d'esquadria va substituir el Marteloio per raó de la facilitat amb que transforma una observació astronòmica independent l'?-latitud en els dos costats restants del triangle rectangle: la distància navegada i l'?-longitud, segons el rumb en que s'ha navegat.

Evolució del sistema

AspecteTauleta de marteloioTriangles rectanglesPunt d'esquadriaRegiment de llegües

Origen
Mediterrani
Ferrer de Blanes
Çamorano
Navegants

Base
Rumbs magnètics
Incr. de Latitud + Rumb
Incr. de Latitud + Rumb
Incr. de Latitud + Rumb

Tipus de navegació
Cabotatge
Oceànica
Oceànica
Oceànica

Eina
Àbac geomètric
Àbac geomètric/Taules
Taules pre-calculades
Taules pre-calculades

Període
Fins al segle xv
segle xv
segle xvi
segle xvi i posteriors

Punt d'esquadria

El punt d'esquadria, basat en el mateix sistema de triangles rectangles de Ferrer de Blanes, millorava el punt de fantasia mitjançant lectures astronòmiques i aplicació de taules calculades mitjançant identitats pitagòriques.[9]

Comparació amb el punt de fantasia

El punt de fantasia només calien dos paràmetres: el rumb magnètic i la distància navegada per estima.
El punt d'esquadria s'obtenia la distància navegada a partir de l'?-latitud entre dos punts (observació astronòmica) i el rumb respecte a l'equador.

Rodrigo Çamorano ho explica d'aquesta manera:[9]

“Y para cuidar este error [del punto de Fantasía] hay otra manera de echar punto en la carta que se llama punto de Esquadria. El qual principio tiene dos cosas bien sabidas y cíertas: La vna es el rumbo por donde se ha nauegado, y la otra "el apartamiento de la Equinoccial en que se halla", Porque toda esta Arte de nauegar se funda en derrota y altura, que es el apartamiento de la Equinoccial. El rumbo o derrota.siempre se conoce por la aguja, la altura por la estrella, y el apartamiento de la Equinoccial por el Sol..” .

Regiment de llegües

Aplicació del regiment de llegües

Com s'ha esmentat abans, el regiment de llegües va ser un mètode de càlcul nàutic que va substituir la Tauleta de marteloio introduint la navegació per latituds. Basat en el càlcul de la distància navegada segons el rumb navegat i l'?-latitud mesurant l'altura del sol o de la polar respecte l'equinoccial. Va ser essencial per a obtenir el punt d'esquadria i va permetre als navegants peninsulars operar amb precisió a l'Oceà Atlàntic, l'Oceà Índic i l'Oceà Pacífic durant els segles XVI i següents.[10]

El regiment de llegües el componien un conjunt de taules precalculades mitjançant identitats pitagòriques, que permetien trobar el punt d'esquadria que millorava el punt de fantasia mitjançant lectures astronòmiques i l'aplicació de taules pre-calculades La seva funció era resoldre el problema de la navegació mitjançant rumbs no paral·lels a l'equinoccial, quan els vaixells els podien seguir tot aprofitant corrents i vents. El regiment permetia calcular: Eixamplament – distància lateral respecte al rumb directe. Avanç de tornada – progrés cap a la destinació.[9]

Primer ús

Segons Luis de Albuquerque en el pròleg del facsímil de les Taules d'Abraham Zacuth, el regiment de llegües ja estava

en ús el 1490. També Malet i Silva en el seu treball (Universitat. R. Llull, 2012), fan una descripció detallada del regiment de llegües documentat per primera en el manuscrit de Juan Pérez de Moya conservat a l'Escorial amb el títol "Arte de Marear" (1564). Tanmateix, cap d'aquests autors esmenta ni a Colom ni a Ferrer de Blanes,tot i que la referència del càlcul fet per aquest últim, era setanta un anys anterior (1493).[11] Ferrer en la seva carta deixa ben palès que Colom coneixia el mètode, quan diu "si tenéis alguna duda [sobre este sistema] pregúntadle al Almirante que sabe mucho más que yo", i va contra tot sentit comú el fet que Colom conegués i fos expert en aquest avançat sistema de navegació i no el fes servir .

Detall del procediment

Clau: No es feien càlculs de trigonometria a bord; només multiplicacions amb els valors en llegües trets de la taula precalculada.[12]

Dades dentrada: 1- Rumb (en quartes) i 2- ?-latitud obtinguda per Altura del sol amb quadrant o balestilla + Taula de declinacions

Dades de sortida: Consultant la taula precalculada agafant una de les 7 quartes (de les 28 bones de 32 totals). Es llegia per a cada grau d'?-latitud: Primer: les llegües navegades "D" i según l'?-longitud en sentit est/oest "L" .

Regla de tres: Si l'?-latitud era de 2 graus, es multiplicaven D i L per 2. Després, amb el compàs de puntes, es copiaven les llegües obtingudes d'aquest càlcul des del Tronc de llegües de la carta , o bé, l'?-longitud (o desplaçament est-oest) i es marcava sobre la carta.

Importància estratègica

Resumint, el regiment de llegües apareix als textos nàutics peninsulars com a part de l'evolució tècnica dins de l'estratègia marítima del moment,[13] facilitant el càlcul que permetia determinar la posició del vaixell mitjançant l'?-latitud entre dos punts i el rumb seguit. [14]

El regiment de llegües va ser essencial per poder augmentar el rigor de la navegació en alta mar, al permetre el càlcul de distància navegada del punt d'esquadria (a partir de l'?-latitud i el rumb), abandonat la navegació portolana i substituint-la per la navegació per latituds, fet que va contribuir a l'èxit de l'expansió de la navegació ibèrica a l'Atlàntic, a l'Índic i al pacífic (a partir de 1519).[3]

Unitats de mesura

El regiment emprava mòduls de conversió entre milles, llegües i graus de meridià:

PeríodeMòdulError
Abans de 1415 56? milles per grau —
Després de 1415 66? milles per grau (16? llegües per grau) —

Finals del segle XV
75 milles per grau (18¾ llegües per grau)
Error per defecte del 7%

Després de la conquesta de Ceuta (1415), el valor del grau meridià es va fixar a Portugal en 66 milles, i cap a finals del segle XV es va adoptar el mòdul de 75 milles per grau, amb un error del 7%.[15]

Implicació en la nàutica astronòmica

El regiment de llegües va formar part dels avenços de la nàutica astronòmica ibèrica, conjuntament amb els següents principis:

Ús del quadrant per mesurar l'altura de l'Estrella Polar.
Aplicació del Regiment del Nord amb correccions polars.
Determinació de la latitud mitjançant l'altura del sol al migdia i les taules de declinació solar d'Abraham Zacuth
Determinació de la distància navegada mitjançant lectures astronòmiques. i l'aplicació de taules calculades mitjançant identitats pitagòriques.
Regiment de la Creu del Sud per a l'hemisferi austral (Pêro Anes i João de Lisboa, 1507).[16]

Referències

«RM». RM, 31-05-2026. [Consulta: 2 agost 2026].
Butlletí del Centre Excursionista de Catalunya nº47, Desembre de 1898, pag. 287
Navarrete, Martín Fernández de. Biblioteca maritima española: obra póstuma ... (en castellà). la Viuda de Calero, 1851.
Gallica. Sentencias catholicas del divi poeta Dant florenti.
Zacuto, A. Almanach Perpetuum. Lisboa, 1496.
Gallica. Sentencias catholicas del divi poeta Dant florenti.
Navarrete, Martín Fernández de. Biblioteca maritima española: obra póstuma ... (en castellà). la Viuda de Calero, 1851.
Sobel, Dava. Longitude: The True Story of a Lone Genius who Solved the Greatest Scientific Problem of His Time. Fourth Estate, 1998. ISBN 978-1-85702-571-2.
Zamorano, R. Compendio de la Arte de Navegar. Sevilla, 1585.
«RM». RM, 31-05-2026. [Consulta: 2 agost 2026].
«Vista de Contribuição para o estudo do manuscrito Arte de Marear de Juan Pérez de Moya» (en castellà). Repositorio Español de Ciencia y Tecnología. [Consulta: 11 agost 2026].
Albuquerque, L. A evolução da náutica portuguesa. Lisboa: Academia das Ciências, 1985.
«RM». RM, 31-05-2026. [Consulta: 2 agost 2026].
Ferrer i Mallol, M. T. La náutica ibérica y el tránsito del marteloio al regimiento de leguas. Instituto de Historia Marítima, Barcelona, 2002.
Carreira, A. Medidas náuticas y grados del meridiano en la cartografía portuguesa. Lisboa: Universidade Nova, 1998.
Zacuto, A. Almanach Perpetuum. Lisboa, 1496.