Una teoria sobre la navegació d'En Colom

Manel Capdevila i Maresma
Arenys de Mar, *mcapdevila@gmail.com*

RESUM

Aquesta ponència presenta una reconstrucció científica del possible mètode de navegació utilitzat per Cristòfor Colom en el primer viatge de 1492, basada en fonts primàries del segle XV i XVI.

La tesi principal és que **Colom no podia navegar en línia recta cap a l'oest**, sinó que necessitava variar la latitud diàriament per poder calcular la posició mitjançant l'altura de l'Estrella Polar o del Sol al mig dia. Aquesta variació només és possible **navegant en rumbs oblics respecte l'equador** (quasi SO → quasi NO, 22,5º de la 2ª quarta), formant un triangle conceptual diari que permetia calcular les llegües navegades aplicant geometria elemental.

La reconstrucció moderna de Coín Cuenca confirma que aquest mètode és coherent amb la cosmografia mallorquina, amb la carta continguda dins les Sentències Catòliques del diví poeta Dant i amb el sistema de càlcul astronòmic, a la força emprat per Francesc Albó en el seu derroter, segons teoria d'André Rossfelder, més tard anomenat Regiment de llegües.

1. INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

L'objectiu d'aquesta ponència és reconstruir el mètode de navegació astronòmica que va poder utilitzar Colom en el primer viatge atlàntic. La interpretació tradicional afirma que *Colom navegava per estima i observació empírica,* però la precisió trobada dins l'anàlisi tècnica de les fonts primàries, demostra que li fou necessari aplicar un **sistema més avançat**. Per exemple el basat en la variació diària de l'altura de la Polar aplicant "Identitats pitagòriques" per al càlcul geomètric de les distàncies navegades, explicat per Ferrer de Blanes.

Aquest treball combina el coneixement cosmogràfic medieval català, l'oceanografia atlàntica i el càlcul matemàtic per demostrar que **la derrota de Colom no podia seguir cap paral·lel, sinó que era composta per bords oblics respecte a l'equador** que permetien obtenir una variació de latitud dia a dia.

2. CÀLCUL DE LONGITUD DE JAUME FERRER DE BLANES (1493)

La carta enviada per Jaume Ferrer de Blanes al Cardenal Mendoza el 1493 és clau per entendre la navegació atlàntica del segle XV. Ferrer descriu tres mètodes per poder determinar el **meridià de Tordesillas** o Δ-longitud de **370 llegües a l'est de Cap Vert**. En un d'ells explica com una nau pot assolir un meridià concret mitjançant l'observació del increment de l'altura de l'Estrella Polar. Aquest text és la base conceptual del mètode astronòmic que amb tota probabilitat va utilitzar Colom, com demostra el fet que quadren les dades de navegació del 1er viatge amb els càlculs de l'Excel inclòs al final com Annex.

Ferrer va dir textualment : *"No se puede hallar la distancia recorrida, navegando paralelo a la equinoccial, y para más detalles preguntadle al Almirante que sabe más que yo."*

El passatge essencial indica que la nau ha de navegar per la *"quarta de ponent, la ruta del Mestral",* en un rumb oblic, fins que l'altura de la Polar arribi a 18º i un terç. Això deixa palès que la derrota ha de ser obliqua amb l'equador, no paral·lela, obtenint **Δ-latitud** per poder calcular tant la diferència de longitud com la distància navegada.

3. COLOM NO PODIA NAVEGAR EN LÍNIA RECTA

El *Diario del Primer Viaje* (Casaus, 1493), mostra com Colom anotava un "**compte llarg**" de les llegües diàries (l'autèntic) amb una precisió incompatible amb l'estima tradicional. La precisió de les llegües d'aquesta distància "llarga" només es pot explicar si cada dia es produïa una variació apreciable de l'altura de la Polar, cosa impossible navegant estrictament cap a l'oest de la Gomera vers Guanahaní, és a dir el "compte curt" (el fals).

El canvi de rumb havia de ser en el punt on va anotar "la brújula nordestea" (a la meitat de l'oceà), cosa que li va fer dir, més tard, que el món tenia forma de pera. La derrota real fou:

- Primer tram: **rumb SO aproximat**, per anar a aprofitar el corrent de Cap Verd.
- Segon tram: **rumb NO aproximat**, seguint pel corrent de Cap Verd navegant fins trobar Guanahaní, a una latitud superior als 28ºN, les de sota no li servien (T. d'Alcaçovas).

4. COLOM OBLIGAT A EMPRAR UN TRIANGLE RECTANGLE DIARI

Cada dia, a banda del **compte curt (fals)**, Colom anotava: el **"compte llarg" (autèntic)** de les llegües navegades un cop fet el càlcul amb el rumb de la navegació i la diferència de l'altura de la Polar respecte al dia anterior. L'acurat resultat diari de Colom només es pot explicar si el va calcular amb un triangle rectangle conceptual (Fig. 1):

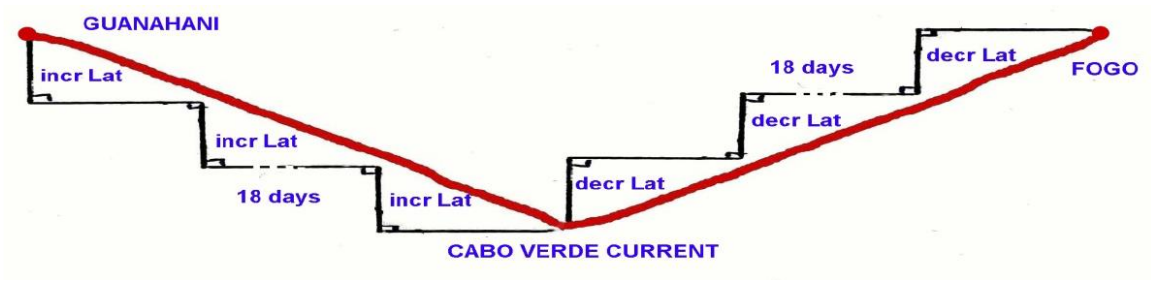

Fig. 1. *Triangle rectangle conceptual per a calcular la distància navegada.*

En qualsevol dels triangles rectangles de la Fig. 1, que simulen els 36 dies de la travessia de l'Atlàntic, podem aplicar la **definició** de sinus del rumb (o de la tangent):

$$Distàncianavegada = \frac{\Delta Latitud}{\sin(Rumb\ respecte\ l'Est)}$$

$$\Delta - Longitud = \frac{\Delta Latitud}{tan(Rumb\ respecte\ l'Est)}$$

Com s'ha dit, l'única explicació de la gran precisió de les llegües anotades cada dia al diari de Colom és que, com Ferrer de Blanes, calculés la distància navegada amb l'**Δ-latitud** diari (altura de la Polar). Aquest càlcul és coherent amb l'ús del Regiment de llegües de l'*"Arte de marear"* de Juan de Pérez de Moya (1564), amb la definició de "punt d'esquadria" del *Compendio de la Arte de Navegar* de Rodrigo Çamorano (1581) i amb el sistema d'esquadria astronòmica a la força emprat en el derroter d'Albó segons Rossfelder.

Aquest ús de les "**Identitats pitagòriques**" no apareix de forma explícita en cap font medieval, però és l'única explicació coherent per la gran precisió del "compte llarg" de llegües anotades al Diari del primer viatge. Per saber si era possible aplicar aquest mètode, amb taules pre-calculades, només cal saber que el 1490 Johannes Regiomontanus, va ser el primer a l'Europa llatina en construir unes taules de sinus sistemàtiques com a eina independent per al càlcul astronòmic i nàutic, a les que Colom tenia accés, encara que emprant un computador analògic no li feien falta taules.

5. COMPUTADOR ANALÒGIC: VARA DE JACOB I QUADRAT D'OMBRES

S'ha qüestionat el fet de si Cristòfor Colom disposava de taules trigonomètriques per poder calcular sinus i cosinus. Tot i que era possible utilitzar taules precalculades emprant les taules de cordes d'Alfargani o les de Regiomontanus de 1490 —com es troba documentat en el Regimiento de llegües de Pérez de Moya de 1564—, tanmateix, existeix un fet palès des del segle XIII amb l'ús de la Vara de Jacob de Levi ben Gerson (Gersonides): la seva utilització com a autèntic computador analògic del cosinus. Veure la Fig. 2.

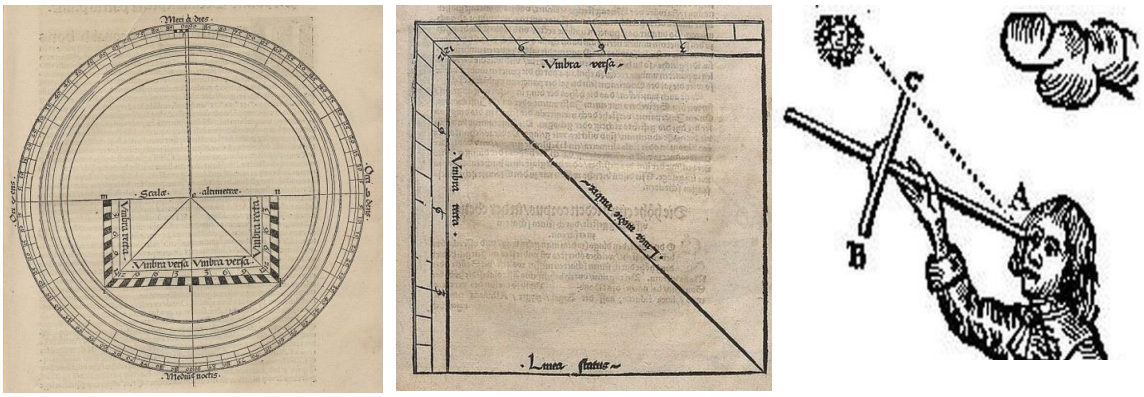

Fig. 2. *Vara de Jacob de Levi ben Gerson i quadrat d'ombres.*

En ajustar visualment els travessers, les línies virtuals cap a l'extrem de la vara formen un angle, i la posició del travesser sobre la escala de la vara indica directament el cosinus d'aquest angle. És a dir, l'instrument mateix executa el càlcul del cosinus de manera mecànica i immediata.

Ens trobem davant d'un problema semblant a la "***Disputa entre abacistes i algoristes",*** però per a determinar el valor de la **"distància navegada"** (hipotenusa) o de **l'Δ-longitud** (catet adjacent), Colom no necessitava taules, ja que podia emprar dibuixos en pergamí de triangles rectangles graduats amb angles fixes (els de 11,25°, 22,5° o 45° i els seus complementaris), un mètode equivalent al que es practica avui dia a Secundària i al Batxillerat, on els costats estarien marcats amb unitats (graus) mitjançant divisions iguals.

Només calia agafar sobre el catet vertical, el número de divisions de l'Δ-latitud observat i traçant una paral·lela a l'altre catet, la intersecció amb la hipotenusa donava la distància navegada en graus.

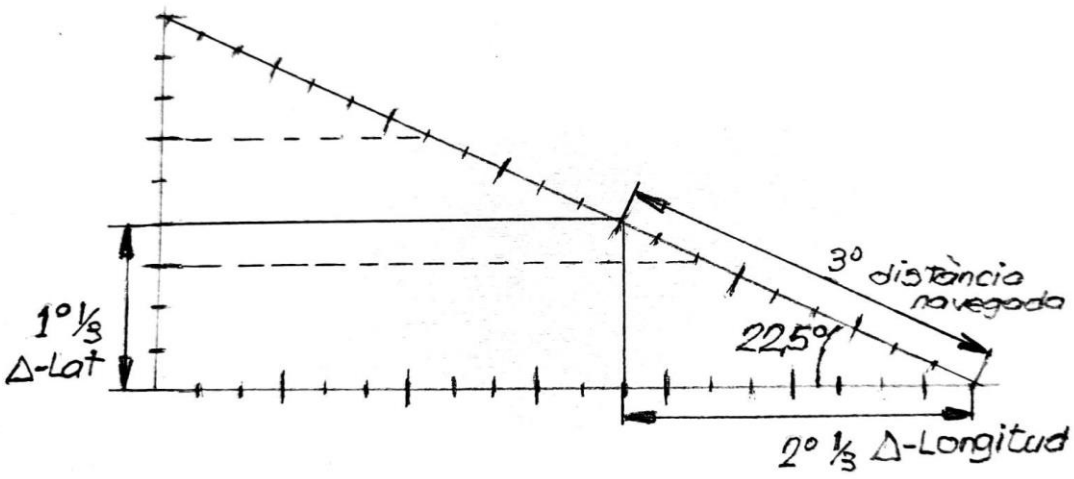

Fig. 3. *Càlcul de la tangent del rumb per triangles rectangles homotètics.*

Una prova evident de l'ús habitual d'aquests computadors analògics és el quadrat d'ombres existent a la cara del darrera de molts astrolabis. Es solia emprar l'umbra versa, l'ombra projectada per un gnòmon horitzontal sobre una superfície vertical (o la funció de la cotangent), concepte clau en la història de la trigonometria medieval.

Les primeres taules i escales de tangents i cotangents apareixen ja als reversos dels astrolabis del segle IX, especialment en instruments vinculats a l'entorn d'Al-Battani i a l'escola de Bagdad, on s'empraven indistintament l'umbra recta i l'umbra versa. Ambdues formen un sistema complementari utilitzat tant en la tradició islàmica com en la renaixentista per resoldre problemes d'altituds, distàncies i profunditat. Més endavant, matemàtics com François Viète van reinterpretar aquests conceptes sota els termes d'amsinus i prosinus, integrant-los definitivament en la trigonometria moderna.

6. **RODA DE LLEGUES I REGIMENT DE LLEGUES DE PÉREZ DE MOYA**

A la Roda gràfica de la Fig. 4, dibuixada al manuscrit de l'*Arte de Marear* de Pérez de Moya de 1564, cada radi corresponia a una quarta o rumb que mostrava de forma directa les llegues navegades per cada grau d'**Δ-latitud.**

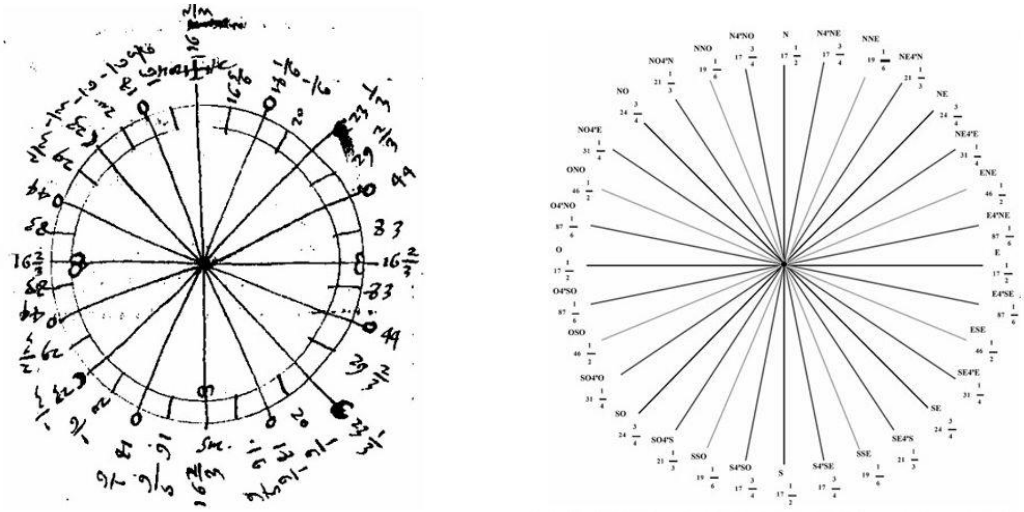

Fig. 4. *Roda gràfica de l'Arte de Marear (Pérez de Moya, 1564).*

És a dir, no calia tenir taules numèriques podien ser taules gràfiques de diferents tipus, M. Céu Silva, en el seu estudi sobre el llibre Arte de Marear de Pérez de Moya, n'extreu una roda amb les 32 quartes dibuixades, que els pilots podien emprar com una mena de computador analògic per saber les **llegües navegades** o l' **Δ-longitud.**

El regiment de llegües era un conjunt de taules pre-calculades mitjançant identitats pitagòriques, que permetien trobar el punt d'esquadria que millorava el punt de fantasia. Estava basat en el càlcul de la distància navegada segons el rumb navegat i l'Δ-latitud mesurant l'altura del sol o de la polar respecte l'equinoccial. Va ser essencial per a

obtenir el punt d'esquadria, La seva funció era resoldre el problema de la navegació mitjançant rumbs no paral·lels a l'equinoccial.

Aquest sistema ja va ser emprat en el 1490 segons Luís de Albuquerque en el pròleg de les taules d'Abraham Zacuth (1490), per José Vizinho i Rui Faleiro, emprat també (com s'ha dit) per Juan Pérez de Moya en el seu *"Arte de Marear"* (1564) i finalment com a punt d'esquadria per Rodrigo Zamorano (1581). El seu ús va augmentar molt la precisió de l'estima clàssica.

SEGONS LES FÒRMULES DE FERRER DE BLANES (per 1º d'Δ-latitud)

No cal fer la taula per als 32 vents ja que atès que els angles aguts d'un triangle rectangle han de ser inferiors a 90º. Els valors de la taula es repeteixen amb simetria especular dreta/esquerra i dalt/baix per als altres 3 quadrants.

Quarta (Rumb)	Angle del rumb	Distància navegada (Dº)	Δ-Longitud (Lº)
1a quarta	11,25	5,13	5,03
2a quarta	22,50	2,61	2,41
3a quarta	33,75	1,80	1,50
4a quarta (Mestral)	45,00	1,41	1,00
5a quarta	56,25	1,20	0,67
6a quarta	67,50	1,08	0,41
7a quarta	78,75	1,02	0,20
8a quarta (lin.E-O)	90,00	Infinit (Paral·lel)	Δ-latitud = 0

Detall del procediment:

Punt clau: No es feien càlculs de trigonometria a bord; només multiplicacions amb els valors en llegües trets de la taula pre-calculada.

Dades d'entrada: 1- Rumb (en quartes) i 2-Δ-latitud obtinguda per Altura del sol amb quadrant o balestilla + Taula de declinacions.

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

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

7. RODRIGO ÇAMORANO: DEFINICIÓ D'ESQUADRIA (1584)

El *Compendio de la Arte de Navegar* de Rodrigo Çamorano té el concepte basat en Ferrer de Blanes:

> *"Y para cuidar este error 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."*

Així Çamorano confirma que la navegació oceànica es basava en:

- el punt de fantasia (estima clàssica de la posició),
- mesura astronòmica (altura de la Polar o *apartamiento* del Sol),
- el punt d'esquadria (càlcul de la posició per "Identitats pitagòriques").

8. NO INFLUÈNCIA DELS CORRENTS I L'ABATIMENT

Cal tenir ben clar i no confondre dos termes, ja que tenim dos conceptes molt diferents:
=> el *camí realment recorregut sobre l'aigua* (modificat respecte el fons marí per l'abatiment i pels corrents) i de l'altra banda, allò que ens dona el càlcul
=> la *resolució geomètrica de la posició neta* obtinguda per observació astronómica.

La posició neta obtinguda per observació astronòmica, compleix aquestes premisses:

1. **Invariància del catet observat (Δ-Lat):** El punt d'esquadria no depèn de les fluctuacions, la deriva o les veles recollides durant la travessia. Es basa en dues mesures astronòmiques absolutes (l'altura del Sol o la Polar a l'inici i al final). La diferència de latitud (Δ-Lat) és una dada real i fixa, completament immune als corrents marítims.
2. **Projecció del desplaçament efectiu:** El rumb de la taula s'aplica com el rumb mitjà o efectiu entre les dues latituds observades. Si un corrent o un vent empeny el vaixell fent "zig-zags", aquests desviaments individuals es compensen o es filtren en recalcular la posició en el moment que es pren la segona latitud astronòmica.
3. **Error reduït al catet adjacent (Δ-Long):** A l'estima clàssica ("punt de fantasia"), l'error de la deriva s'acumula hora a hora sobre la distància i la direcció. Amb el punt d'esquadria, l'únic error residual possible és la petita variació en l'apartament lateral (**Δ-Long**) mentre que el component de la latitud queda fixat al 100% per l'astre. La distància calculada és el vector net directe entre els dos paral·lels de control, no la suma de les mil·limètriques rutes del vaixell.

Resumint: les tempestes i els corrents fan que el vaixell recorri més milles reals sobre l'aigua, però el punt d'esquadria calcula el vector de desplaçament efectiu sobre la xarxa

geogràfica, fent que l'impacte de la deriva/abatiment sigui infinitament menor que en la navegació per estima pura.

9. EL CORRENT DE CAP VERD

El corrent de Cap Verd, amb velocitats de fins a 6 nusos, empeny les embarcacions primer cap al Sud-Oest i a partir de la meitat de l'Atlàntic, cap el Nord-Oest. És a dir, si es vol aprofitar aquest corrent per creuar l'Oceà Atlàntic, cal navegar en bords oblics respecte l'equador, generant la variació de latitud necessària per calcular la distància navegada.

10. EL DERROTER DE FRANCESC ALBÓ (1519)

El llibre d'André Rossfelder (2007) *In Pursuit of Longitude* confirma que Albó utilitzava un sistema de càlcul equivalent al de Ferrer i al reconstruït per l'autor sobre el viatge de Colom. Francesc Albó de Roses, pilot de l'expedició de Magallaes-Elcano, seguint rumbs oblics respecte l'equador per al càlcul per estima del "punt de fantasia" i per al càlcul delpunt d'esquadria, anotava les següents dades de navegació:

1. Rumb seguit segons els 32 vents.
2. Altura del Sol al migdia.
3. Càlcul de latitud per la taula de declinacions (Taules de Zacuth o Regiomontano).

11. VALIDACIÓ MODERNA: COÍN CUENCA

El catedràtic de la Facultat de Ciències Nàutiques de la Universitat de Cadis Miguel Coín Cuenca, com explica el llibre *Columbus, For Gold, GodandGlory* de John Dyson (1991), repetint el viatge de Colom per la ruta llarga, va demostrar per la praxis que:

- El tractat d'Alcaçoves impedia a Colom navegar al sud del paral·lel 28ºN, o tot allò descobert seria de Portugal. Tots el mapes fins el 1507 posen les illes per sobre de 28ºN.
- **La ruta Est-Oest de la Gomera a Guanahaní és falsa.** El compte curt registrat per Colom per no alarmar a la tripulació, en realitat era per **mostrar als portuguesos si el capturaven.**
- La travessia de l'atlàntic, tant sols és viable seguint una **derrota primer cap al "quasi SO",** (22,5º de la 2ª quarta), fins a la meitat de l'oceà i **després cap al "quasi NO".**

12. CONCLUSIONS

La gran precisió de les llegües anotades en el diari de Colom **no es podia basar en una estima** clàssica, només es possible emprant un mètode astronòmic més avançat, hipòtesi reforçada per experiències modernes que demostren la seva coherència. Aquest mètode

combinava: **rumbs oblics respecte l'equinoccial**, amb el càlcul de la distància navegada per l'increment diari de la latitud mesurant l'altura de la Polar o l'apartament del sol de l'equador emprant un senzill computador analògic. El seu sistema seria seguit pel Regiment de llegües de Pérez de Moya (1564) i més tard pel Punt d'esquadria de Çamorano (1584).

La teoria presentada en aquesta ponència mostra com Colom va poder utilitzar aquest mètode nàutic únic a la seva època, més avançat del què la història tradicional ha assumit, aplicant un senzill computador analògic. **La ruta quasi SO-NO (22,5º), demostrada per la praxis per Coín Cuenca**, no va ser acceptada per l'Acadèmia, atès que atribueix la descoberta d'Amèrica "legalment" a Portugal, per això els mapes fins 1507 pinten totes les illes per sobre del el Tròpic de Càncer (paral·lel quasi 28ºN), en el mapa de l'Almirall i en els de Cantino i De la Cosa.

REFERÈNCIES

Casaus, Bartomeu (1493). *Diario del Primer Viaje de Colón*. Ed. Consuelo Varela.
Zacuto, A. *Almanach Perpetuum*. Lisboa, 1496.

Ferrer de Blanes, Jaume (1493). *Sentències catòliques del diví poeta Dant*.

Albó, Francesc (1519). *Derrotero de Albó (Archivo de Indias).*

Çamorano, Rodrigo (1581). *Compendio de la Arte de Navegar*.

Albuquerque, L. *A evolução da náutica portuguesa*. Lisboa: Academia das Ciências, 1985.

Dyson, John (1991).*Columbus, For Gold, God and Glory*.(Viatge de Coín Cuenca).

Rossfelder, André (2007). *In Pursuit of Longitude*.

M. Céu Silva,*Vista de Contribuição para o estudo do ms. Arte de Marear de Pérez de Moya.*

ANNEX:

Date	ºlat	Δºlat	Log	Catal	Naut	Real	Lat28N	Catal	Lat28N	False	Notes
			Course	23 º							
03-ago			15	60	45	1.88	15	60	45	1.88	Salida barra de Saltes
04-ago			—	—	—	—	—	—	—	—	Sin datos
05-ago			40	160	121	5.00	—	—	—	—	"Más de 40 leguas"
06-ago			29	116	87	3.63	—	—	—	—	Avería en La Pinta
07-ago			25	100	75	3.13	—	—	—	—	Hacia Lanzarote
08-ago											
>5 sep											
06-sep	*28,0*	0,4	*20*	*80*	*60*	*2,5*	—	—	—	—	*Sale de La Gomera*
07-sep	27,6	0,4	*20*	*80*	*60*	*2,5*	—	—	—	—	*Primer día*
08-sep	27,4	0,2	9	36	27	1,1	9	36	27	1,1	Primer día mar abierto
09-sep	26,8	0,6	30	120	90	3,8	19	76	57	2,4	Primera falsificación
10-sep	25,7	1,2	60	240	180	7,5	48	192	144	6,0	"Contó 48 leguas"
11-sep	24,9	0,8	42	160	120	5,0	16	64	48	2,0	"Contó no más de 16"
12-sep	24,2	0,6	33	132	99	4,1	30	120	90	3,8	"Contando menos"
13-sep	23,6	0,6	33	132	99	4,1	30	120	90	3,8	"3-4 menos" (estimado
14-sep	23,2	0,4	20	80	60	2,5	18	72	54	2,3	"Alguna menos"
15-sep	22,7	0,5	27	108	81	3,4	27	108	81	3,4	Sin falsificación
16-sep	21,9	0,8	39	156	117	4,9	36	144	108	4,5	"No contó sino 36"
17-sep	20,9	1,0	52	200	150	6,3	47	188	141	5,9	"No asentó sino 47"
18-sep	19,9	1,1	57	220	165	6,9	48	192	144	6,0	"No asentó sino 48"
19-sep	19,4	0,5	25	100	75	3,1	22	88	66	2,8	"Escribió 22"
20-sep	19,2	0,2	8	32	24	1,0	8	30	23	0,9	Sin falsificación
21-sep	19,0	0,3	13	52	39	1,6	13	52	39	1,6	Calmas
22-sep	18,4	0,6	30	120	90	3,8	30	120	90	3,8	Viento contrario
23-sep	18,0	0,4	22	88	66	2,8	22	88	66	2,8	Sin falsificación
24-sep	***17,7***	***0,3***	***15***	***58***	***44***	***1,8***	***12***	***48***	***36***	***1,5***	***"Contó 12"***
25-sep	18,1	0,4	21	84	63	2,6	13	52	39	1,6	**Declara doble
26-sep	18,7	0,6	31	124	93	3,9	24	96	72	3,0	"Contó a la gente 24"
27-sep	19,2	0,5	24	96	72	3,0	20	80	60	2,5	"Contó a la gente 20"
28-sep	19,4	0,3	14	56	42	1,8	13	52	39	1,6	"Contaron 13"
29-sep	19,9	0,5	24	96	72	3,0	21	84	63	2,6	"Contó a la gente 21"
30-sep	20,2	0,3	14	56	42	1,8	11	44	33	1,4	"Contó 11"
01-oct	20,7	0,5	25	100	75	3,1	20	80	60	2,5	"Contó a la gente 20"
02-oct	21,4	0,8	39	156	117	4,9	30	120	90	3,8	"Contó obra de 30"
03-oct	22,3	0,9	47	188	141	5,9	40	160	120	5,0	"Contó a la gente 40"
04-oct	23,6	1,2	63	252	189	7,9	46	184	138	5,8	"Contó a la gente 46"
05-oct	24,7	1,1	57	228	171	7,1	45	180	135	5,6	"Contó a su gente 45"
06-oct	25,5	0,8	40	160	120	5,0	33	132	99	4,1	"Contó a la gente 33"
07-oct	26,0	0,5	28	112	84	3,5	18	72	54	2,3	Solo parte con falsa
08-oct	26,2	0,2	12	46	35	1,4	12	46	35	1,4	Sin falsificación
09-oct	26,9	0,6	32	126	95	3,9	17	68	51	2,1	"Contó a la gente 17"
10-oct	28,0	1,2	59	236	177	7,4	44	176	132	5,5	"Contó a la gente 44"
11-oct	29,0	1,0	50	198	149	6,2	27	108	81	3,4	Solo parte con falsa
Total-			**1.132**	**4508**	**3381**		**868**	**3.472**	**2.604**		
Total-			**1.133**	**4533**	**3400**		**1.033**	**4.133**	**3.100**		
Calaver						**3,9**	**Knots**			**3,0**	**Knots**
Reverse						**36,2**	**days =>**	**|28N-**		**42,9**	**days => NOT-Correct**
1 legua Colom			4	as CAT							
			3	s CAST							
			3	uticas							
			6	km							
---											
1. **DISTANCIAS REALES (millas náuticas):**											
****1. Gomera → San Salvador (paralelo 28°N):****											
****Ruta directa por paralelo:** ≈ 3,100 nm (millas náuticas) - **Diferencia con registro de Colón:** 2,805 nm (real-Col**											
****Discrepancia:**** -295 nm (-9.5%) - ****Dentro de error de navegación del siglo XV**** - ****Condiciones:**** Corriente insig											
****2. Gomera → San Salvador (ruta por Cabo Verde):****											
- **Ruta de los viajes posteriores: ≈ 3,400 nm - **Ventajas:****											
- Corriente favorable: +5-6 nudos (Corriente Ecuatorial del Norte)											
- Alisios más fuertes y constantes: 15-25 nudos											
- ****Tiempo reducido en ≈30%**** respecto a ruta directa											