

La Storia: Finzione o Scienza?

C R O N O L O G I A

3

di Anatoly T. Fomenko

testo tradotto liberamente in italiano da **Claudio dell'Orda**

PARTE 1

La datazione dell'Almagesto

di A. T. Fomenko, V. V. Kalashnikov,
G. V. Nosovskij

L'analisi preliminare del catalogo stellare dell'*Almagesto*

1. La struttura del catalogo

Il catalogo stellare dell'*Almagesto* comprende il settimo e l'ottavo volume. Per le nostre ricerche abbiamo usato l'edizione canonica pubblicata da Peters e Knobel ([1339]), come pure le due edizioni complete tradotte da R. Catesby Taliaferro ([1355]) e Toomer ([1358]). La prima traduzione russa dell'*Almagesto* uscì nel 1998 ([704]).

Prima di descrivervi il catalogo, riteniamo sia opportuno ricordarvi alcuni concetti usati in letteratura sulla storia dell'astronomia.

Il catalogo stellare dell'*Almagesto* fu compilato con il sistema delle coordinate dell'eclittica. Come accennato in precedenza, nella maggior parte delle edizioni e delle copie, si dice che le latitudini stellari risalgano all'epoca del 60 a.C. circa. In altre parole, il punto iniziale di riferimento longitudinale venne ricalcolato da qualcuno in modo che corrispondesse alla posizione del sole in relazione alle stelle, come l'avrebbe visto un osservatore della metà del I secolo d.C. nel giorno dell'equinozio di primavera.

Le longitudini stellari indicate nel catalogo dell'*Almagesto* si riferiscono al cosiddetto Zodiaco uniforme, partendo a contare dal punto dell'equinozio di primavera di una data epoca. Lasciateci spiegare che lo Zodiaco uniforme o “mensile” si tratta di una mera divisione dell'eclittica in dodici parti uguali stabilite all'epoca dell'osservazione. Dobbiamo anche sottolineare che (strettamente parlando) lo Zodiaco uniforme viene definito dalla traiettoria solare osservabile sulla sfera celeste, non dalle costellazioni zodiacali. L'arco eclittico coperto dal Sole durante il primo mese di “marzo” (non il mese di marzo come da calendario, ma il mese che inizia nel giorno dell'equinozio di primavera) viene comunemente indicato con “l'Ariete”. Il prossimo “mese equinoziale di aprile” avviene quando il sole attraversa la costellazione del Toro nello Zodiaco. Poi vengono i Gemelli, il Cancro, il Leone, la Vergine, la Bilancia, lo Scorpione, il Sagittario, il Capricorno, l'Acquario e infine i Pesci. Ecco come finisce il cerchio eclittico annuale. Per cui, lo Zodiaco uniforme può essere considerato come un modo semplice per dividere l'eclittica in 12 parti uguali di 30 gradi, a partire dal punto dell'equinozio primaverile di una data epoca. La precessione fa spostare il punto iniziale di riferimento lungo l'eclittica al ritmo di circa 1 grado ogni settant'anni. Questi spostamenti sono significativi, ma relativamente piccoli rispetto all'arco di trenta gradi di un segno intero. Perciò, lo Zodiaco uniforme scelto tempo fa per la sua corrispondenza approssimativa alle costellazioni dello zodiaco, ha mantenuto la sua corrispondenza fino ad oggi. In altre parole, se il sole è in Ariete (ossia è marzo secondo lo Zodiaco uniforme), si troverà vicino alla costellazione zodiacale dell'Ariete. È anche possibile il contrario, vale a dire che i confini delle costellazioni zodiacali vennero definiti in modo tale che corrispondessero allo Zodiaco uniforme: il tragitto visibile del sole, ossia l'eclittica, fu diviso in dodici parti uguali.

Nella TABELLA 2.1 riportiamo l'elenco completo dei segni (o archi) che formano lo Zodiaco uniforme. Si comincia a contarli dal punto variabile dell'equinozio di primavera.

Nel Medioevo le longitudini stellari venivano trascritte con l'aiuto di questi segni o archi (o segni mensili). Ad esempio, “15°20' nel Toro” stava per 45°20' a partire dall'attuale punto dell'equinozio di primavera (o qualche altro punto che, per motivi loro, gli autori di un catalogo sceglievano come riferimento). E' doveroso dire che l'equinozio non è sempre servito come punto di riferimento nei

vecchi cataloghi. Facciamo un altro esempio: “15°20' nella Bilancia” significava 225°20' a partire dal punto di riferimento. Vedere la TABELLA 2.1. Questo è il modo in cui vennero trascritte le longitudini nel catalogo dell'*Almagesto*.

TABELLA 2.1. *I segni dello Zodiaco pari che corrispondono ad archi di 30 gradi (o intervalli longitudinali), contati a partire dal punto dell'equinozio di primavera dell'epoca attuale.*

Nome in latino del segno	Nome latino abbreviato	Intervallo longitudinale
Aries	Ari	0 – 30
Taurus	Tau	30 – 60
Gemini	Gem	60 – 90
Cancer	Can	90 – 120
Leo	Leo	120 – 150
Virgo	Vir	150 – 180
Libra	Lib	180 – 210
Scorpius (Scorpio)	Sco	210 – 240
Sagittarius	Sag	240 – 270
Capricornus (Capricorn)	Cap	270 – 300
Aquarius	Aqu	300 – 330
Pisces	Pis	330 – 360

Nell'*Almagesto*, le latitudini eclittiche delle stelle sono state indicate secondo un principio molto semplice, vale a dire che sono state contate dall'eclittica corrispondente a zero gradi di latitudine, fino ad arrivare al polo dell'eclittica che corrisponde ai 90° gradi di latitudine. Per esempio, nell'*Almagesto* α Ursae Minoris ha una latitudine di +66°0'. Qui, il “+” e il “-” si riferiscono alla rispettiva posizione della stella nell'Emisfero Settentrionale o Meridionale.

Come abbiamo già sottolineato, i segni zodiacali non corrispondono alle costellazioni zodiacali, che è il motivo per cui le stelle che appartengono a una singola costellazione zodiacale possono finire in segni zodiacali differenti.

La versione canonica del catalogo dell'*Almagesto* contenuta nell'opera di Peters e Knobel ([1339]) viene presentata con una tabella composta da sei colonne.

La *prima colonna* contiene l'indice numerico di una determinata stella nell'*Almagesto*. Questa numerazione fu ideata dall'astronomo Bailey. I manoscritti sopravvissuti dell'*Almagesto* non contengono l'indicizzazione numerica. Bailey fu un famoso commentatore e studioso dell'*Almagesto*. Secondo lui, la somma totale delle stelle elencate nell'*Almagesto* equivaleva a 1028. Ci sono delle minime discrepanze tra le stime dei diversi ricercatori e uno dei motivi consiste nel fatto che nell'*Almagesto* alcune stelle furono elencate due volte (vedi [1339] per maggiori dettagli).

Nell'*Almagesto* le stelle vengono raggruppate per costellazione; ciascuna delle costellazioni ha un nome. In tutto, l'*Almagesto* elenca 48 costellazioni; più avanti riporteremo l'elenco effettivo. Alcune costellazioni hanno delle appendici che vengono chiamate “*informata*”, stelle ausiliarie che non erano incluse nell'elenco principale delle stelle che comprendevano una determinata costellazione. Il termine latino “*informata*” si traduce con “informe” o “amorfo” (“*informis*”, “*informitas*”, ecc...). In altre parole, l'elenco principale contiene le stelle con le quali l'antico astronomo credeva di

formare lo “scheletro” della costellazione, mentre le stelle elencate con il termine “*informata*” forniscono una sorta di “background”. È possibile che il compilatore del catalogo credesse che le stelle della categoria *informata* fossero di minore importanza delle stelle “principali”. Occorre tenere presente che l'astronomia antica era molto legata all'astrologia, dove la forma visiva della costellazione era di fondamentale importanza. Alcune costellazioni dell'*Almagesto* non avevano nessuna *informata*. L'elenco completo delle costellazioni è disponibile di seguito, nella TABELLA 2.2.

In [1339] la *seconda colonna* della tabella contiene la descrizione verbale della stella in questione e il ruolo che svolge nella forma generale di una determinata costellazione. Queste descrizioni sono spesso piuttosto vaghe. Per esempio, nell'*Almagesto* α Ursae Minor viene descritta come “la stella sulla punta della coda”. Nella versione canonica dell'*Almagesto* ([1339]), le descrizioni verbali delle stelle sono state prese dall'edizione latina del 1528 tradotta da Giorgio di Trebisonda. Sono state verificate dall'edizione greca. Si ritiene che la lingua iniziale dell'*Almagesto* fosse il greco. Vedere il Capitolo 11 per maggiori dettagli riguardanti la storia dei manoscritti dell'*Almagesto* e le prime edizioni.

In [1339] i nomi moderni delle stelle si possono trovare nella *terza colonna* della tabella. In realtà, questa colonna contiene i nomi delle stelle dell'*Almagesto* che vengono identificate sulle odierne carte astrali. Dette identificazioni sono il risultato del molto lavoro svolto dagli scienziati la cui ricerca coinvolse anche l'*Almagesto*. La cosa che complica le identificazioni è la natura piuttosto stravagante delle descrizioni verbali in questione. Inoltre, nel corso degli anni le figure stesse delle costellazioni potevano variare da una scuola astronomica all'altra. Pertanto, l'identificazione delle stelle dell'*Almagesto* con alcune delle stelle che conosciamo oggi, è tutto fuorché implicita. E' abbastanza ovvio che questo è un problema da risolvere prima di poter procedere ad analizzare le altre caratteristiche del catalogo.

L'enorme mole di lavoro fu condotta dagli astronomi del XVII-XIX secolo per poter identificare le stelle dell'*Almagesto*. La versione finale è disponibile in [1339]. A partire da ora la chiameremo con il termine di “canonica”. La stessa fonte ([1339]) contiene la tavola delle discrepanze, tra le opinioni dei diversi esperti, riferite all'identificazione di una determinata stella. Questa tavola contiene le numerose identificazioni delle stelle dell'*Almagesto*.

La *quarta colonna* contiene la longitudine dell'eclittica di una stella in relazione al segno (o arco) dello Zodiaco su cui cade il valore della longitudine in questione. La *quinta colonna* contiene la latitudine dell'eclittica della stella. La *sesta colonna* corrisponde alla “luminosità” (o magnitudine) della stella.

2. L'analisi della distribuzione delle stelle ben identificabili e di quelle scarsamente identificabili nell'*Almagesto*

Il libro ([1339]) contiene una tavola intitolata *L'Identificazione delle Discrepanze*, che tratta le diverse identificazioni di alcune stelle dell'*Almagesto* fatte dai seguenti famosi ricercatori: Peters, Bailey, Schjellerup, Pierce e Manitius. Vengono anche riportate le diverse identificazioni di alcune stelle dell'*Almagesto* sulla sfera celeste della nostra epoca, suggerite dagli astronomi menzionati.

Abbiamo analizzato parzialmente questa mole enorme di materiale. Prima di tutto, è molto utile indicare geometricamente la posizione delle costellazioni menzionate nel catalogo stellare di Tolomeo. Per questo scopo useremo una mappa moderna che specifica i confini delle costellazioni. Nella **Figura 2.1** questi confini sono rappresentati con delle linee continue a zigzag. Ovviamente si tratta di una rappresentazione approssimativa, dal momento che le antiche costellazioni non avevano dei confini rigidamente definiti. Tuttavia, è sufficiente per una stima approssimativa; per

cui possiamo supporre che la **Figura 2.1** ci offra una corretta rappresentazione qualitativa di come le costellazioni dell'*Almagesto* siano posizionate sulla sfera celeste.

Confrontiamo questa illustrazione con la carta stellare (che ha i disegni delle costellazioni) delle prime edizioni dell'*Almagesto* in greco e in latino, risalenti al XVI secolo d.C. Nella **Figura 2.2** possiamo vedere la carta stellare dell'Emisfero Settentrionale disegnata da Albrecht Dürer, mentre nella **Figura 2.3** la carta dell'Emisfero Meridionale dello stesso artista. Dürer creò queste mappe nel 1515 (vedi [544], Volume 4, pagine 204-205; anche [90], pagine 8-9). La mappa di Dürer dell'Emisfero Settentrionale fu inclusa nell'edizione dell'*Almagesto* del 1527 ([90], pagina 8). Una carta stellare di Dürer leggermente modificata dell'Emisfero Meridionale, fu inclusa in un'altra edizione nel 1527 (la riportiamo nella **Figura 2.4**).

Nelle **Figure 2.5** e **2.6** possiamo vedere altre due carte astrali incluse in un'altra edizione dell'*Almagesto* (datata il 1551). È molto singolare che, sebbene “l'antico” Tolomeo si pensi che sia vissuto nel II secolo d.C., alcune figure delle costellazioni hanno un abbigliamento medievale ([543], pagine 216-217).

Nelle **Figure 2.7** e **2.8** riportiamo le mappe dell'Emisfero Boreale ed Australe, compilate in accordo con l'*Almagesto* dall'astronomo Bode nel XVIII secolo.

La carta stellare di Dürer non contiene i confini precisi delle costellazioni di *Almagesto*. La questione è che Dürer disegnò semplicemente le figure simboliche delle costellazioni zodiacali: Ercole, Pegaso ecc... Tuttavia, il confronto con una carta astrale moderna dimostra che i confini delle costellazioni hanno una buona corrispondenza con le figure prese dalla carta astrale di Dürer nell'*Almagesto*.

Nella **Figura 2.9** riportiamo una pagina del catalogo stellare, presa da un'edizione dell'*Almagesto* che risale al 1551. Nella **Figura 2.10** si può vedere una pagina dalla versione greca dell'*Almagesto* che fu scritta nel IX secolo ([1374], pagina 143). Nella **Figura 2.11** è raffigurata la pagina di un'altra versione dell'*Almagesto* (in latino, risalente al XIII-XIV secolo). Nella **Figura 2.12** vediamo una pagina dalla versione latina dell'*Almagesto* di Giorgio di Trebisonda (1481 d.C. circa, vedere [1374]). È molto probabile che tutte queste edizioni provengano come minimo dal XVI-XVII secolo. Tratteremo il problema della loro datazione nei capitoli a seguire. Torniamo al catalogo stellare dell'*Almagesto*.

Nella **Figura 2.1** il cerchio ombreggiato rappresenta l'eclittica. L'ampia striscia verticale curvata verso sinistra è la Via Lattea. Certamente, i suoi confini sono stati definiti piuttosto approssimativamente e mostrano la distribuzione delle parti più dense della Via Lattea. All'interno delle regioni che corrispondono alle costellazioni, abbiamo indicato i nomi e i numeri in accordo con l'*Almagesto*. Ad esempio, l'Orsa Minore è la prima costellazione elencata nell'*Almagesto*, l'Orsa Maggiore è la seconda, il Drago è la terza, ecc...

L'*Almagesto* contiene dodici stelle denominate, ovvero quelle stelle che possiedono un nome proprio. La descrizione verbale di quelle stelle contiene sempre la formula “vocatur” (che si traduce con “di nome”). Pertanto, “vocatur Arcturus” sta per “stella di nome Arturo”. Nella **Figura 2.1** tutte queste stelle sono state rappresentate con dei grandi punti neri. Queste sono: Arturo, Previandematrix, la Spiga, Regolo, Aselli, Sirio, il Procione, la Lira = Vega, Capella, l'Aquila, Canopo e Antares. Possiamo vedere che molte di loro sono situate alla destra della Via Lattea, sulla Via Lattea o nelle sue immediate vicinanze. Canopo è di fatto situata al di fuori della carta astrale, poiché si trova nel profondo sud.

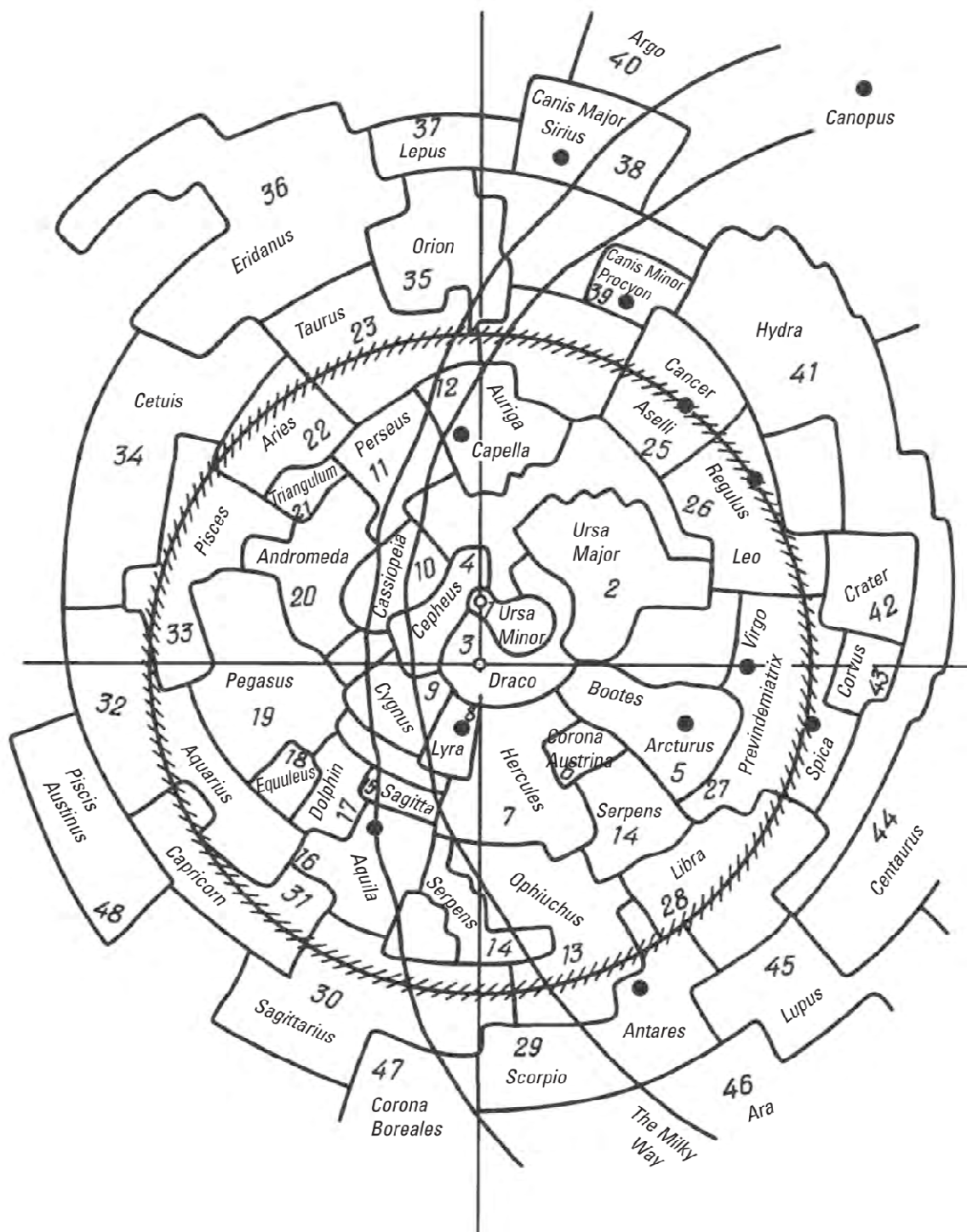


Figura 2.1. I confini moderni delle costellazioni menzionate da Tolomeo nell'Almagesto.

Imagines coeli Septentrionales cum duodecim imaginibus zodiaci.



Figura 2.2. La carta astrale dell'Emisfero Settentrionale disegnata da Albrecht Dürer nel 1515. Tratta da [544], Volume 4, pagina 204. Vedere anche [90], pagina 8.

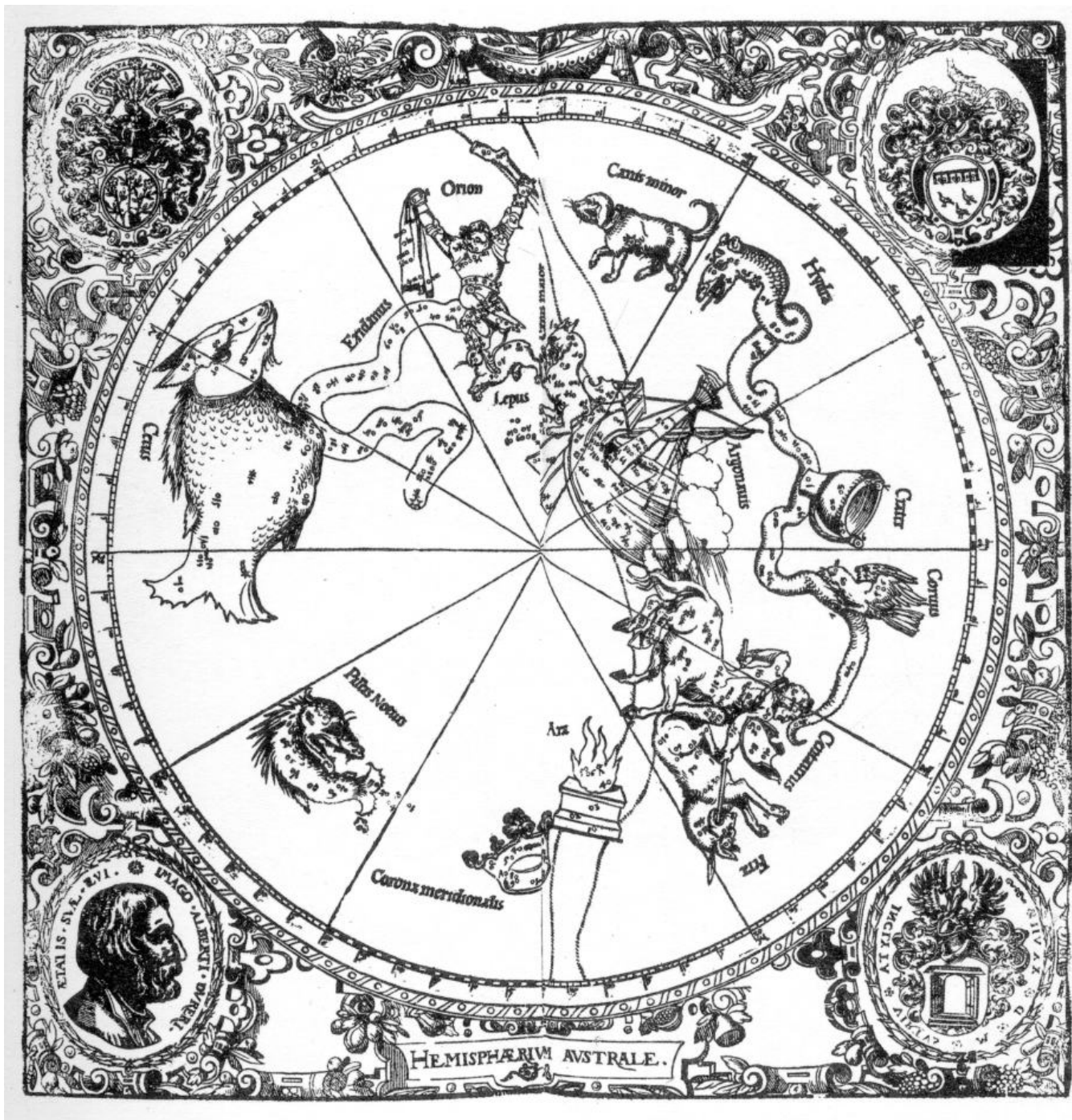


Figura 2.4. La carta astrale di Dürer dell'Emisfero Australe, pubblicata sempre nel 1527 ma leggermente modificata. Secondo i commentatori, "la cornice decorativa venne aggiunta successivamente e includeva un ritratto del pittore" ([90], pagina 9). Non c'era nulla del genere nella mappa del 1515. Tratto da [90], pagina 9.



Figura 2.5. Carta astrale dell'Emisfero Settentrionale da un'edizione dell'*Almagesto* del 1551. Alcune figure delle costellazioni indossano nientemeno che abiti medievali. Tratta da [543], inserita tra le pagine 216 e 217.



2 Tabula

Figura 2.6. Carta astrale dell'Emisfero Meridionale da un'edizione del 1551 dell'*Almagesto*. La costellazione di Orione, ad esempio, sembra un cavaliere medievale. Tratta da [543], inserita tra le pagine 216 e 217.

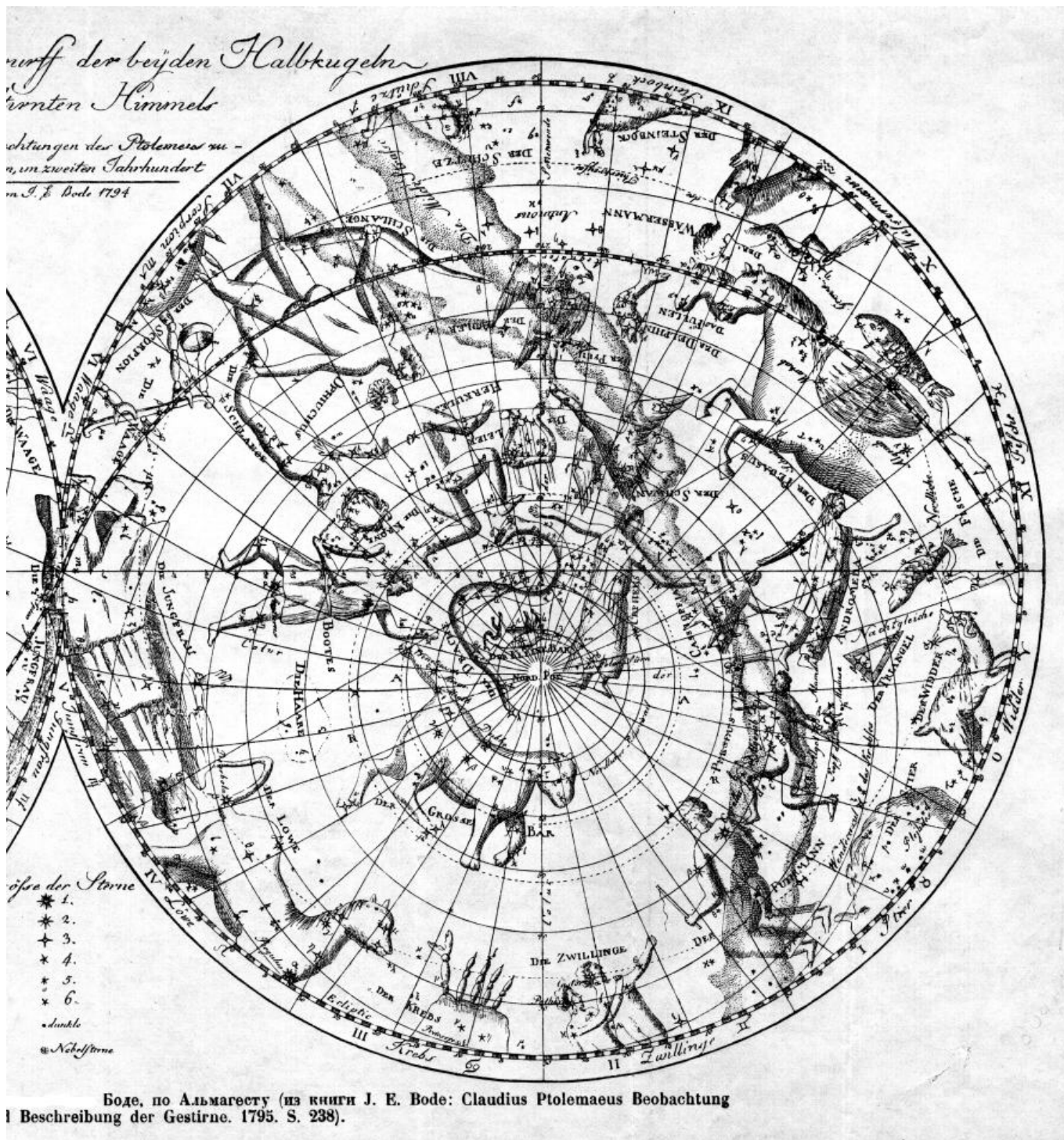


Figura 2.7. Carta astrale dell'Emisfero Settentrionale compilata nel XVIII secolo dall'astronomo Bode, secondo
 l'*Almagest* di Tolomeo. Pubblicata in *Claudius Ptolemaeus Beobachtung und Beschreibung der Gestirne* di J. E.
 Bode, 1795, pagina 238. Presa da [544], Volume 4, inserita tra le pagine 184 e 185.

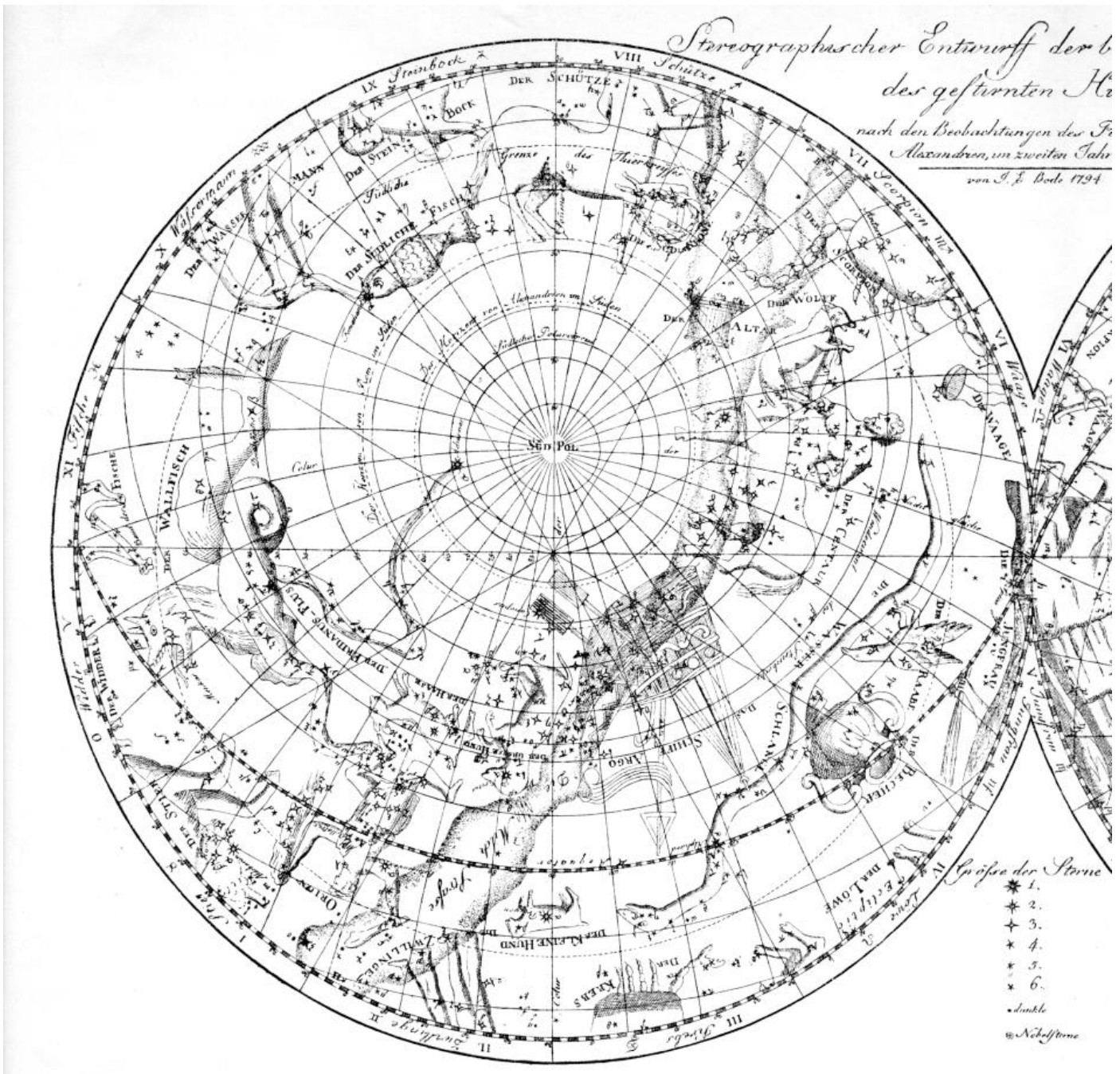


Figura 2.8. Carta astrale dell'Emisfero Meridionale compilata nel XVIII secolo dall'astronomo Bode, secondo l'*Almagesto* di Tolomeo. Pubblicata in *Claudius Ptolemaeus Beobachtung und Beschreibung der Gestirne* di J. E. Bode, 1795, pagina 238. Presa da [544], Volume 4, inserita tra le pagine 184 e 185.

Indaghiamo sull'ordine delle costellazioni nell'elenco di Tolomeo. Questo scopo prevede la compilazione di un nuovo grafico in cui ogni costellazione viene sostituita dalla rappresentazione simbolica del suo centro (un cerchio di luce, vedi la **Figura 2.13**). Ovviamente, i centri delle costellazioni possono essere definiti solo approssimativamente, ma qui non è necessaria una grande precisione poiché siamo solo interessati ad avere un quadro qualitativo approssimativo. Quindi, disegniamo delle frecce per collegare insieme le costellazioni adiacenti.

Andremo a finire con una curva il cui moto da una costellazione all'altra riflette l'ordine delle costellazioni nell'elenco di Tolomeo. È notevole che la curva risultante abbia la forma di una spirale che inizia con l'Orsa Minore e prosegue in senso orario fino alla fine dell'elenco dell'*Almagesto*. Qui è esattamente dove si trova il polo celeste, vedere la **Figura 2.1**. Proprio accanto ad esso, nel Drago, abbiamo il Polo Nord e il polo dell'eclittica. Seguiamo l'ordine del moto di Tolomeo attraverso la sfera celeste mentre elenca le costellazioni (vedi la curva nella **Figura 2.13**).

Ovviamente, la curva sarà divisibile in più parti. Prima Tolomeo elenca tutte le costellazioni numerate da 1 a 8, vale a dire le costellazioni dell'Orsa Minore, Orsa Maggiore, Drago, Cefeo, Boote, Corona Boreale, Ercole e Lira. Si trovano nella zona delimitata dalla cintura zodiacale a destra e dalla Via Lattea a sinistra.

Quindi la curva procede attraverso la Via Lattea. Tolomeo elenca tutte le costellazioni incluse nella Via Lattea e le sovrappone in buona parte a quest'ultima. Si trattano del Cigno, Cassiopea, Perseo, Auriga, Ofiuco, il Serpente e la Freccia (numerate da 9 a 15).

Successivamente Tolomeo si occupa dell'area che si trova a sinistra della Via Lattea (il suo confine sinistro è definito dalla cintura zodiacale, vedere la **Figura 2.13**). Di conseguenza elenca le costellazioni dell'Aquila, il Delfino, il Cavallino, Pegaso, Andromeda e il Triangolo (numerate 16-21).

Successivamente la curva si sposta sullo Zodiaco e gira intorno al centro della carta stellare. Tolomeo fornisce un elenco di tutte e dodici le costellazioni zodiacali, vale a dire, Ariete, Toro, Gemelli, Cancro, Leone, Vergine, Bilancia, Scorpione, Sagittario, Capricorno, Acquario e Pesci (numerate 22-33).

Infine, Tolomeo lascia l'Emisfero Settentrionale, attraversa la cintura zodiacale e si sposta verso l'Emisfero Meridionale, elencando le costellazioni nel seguente ordine: la Balena, Orione, Eridano, la Lepre, il Cane Maggiore, il Cane Minore, Vele, Idra, Cratere, il Corvo, il Centauro, il Lupo, l'Altare, Corona Australe e il Pesce Australe (numerate 34-48). Qui è dove termina il catalogo stellare dell'*Almagesto*.

Pertanto, l'ordine delle costellazioni di Tolomeo si basa su un principio molto ovvio: la divisione implicita della carta stellare in diverse regioni.

Ci asterremo dall'approfondire le ragioni perché l'autore del catalogo abbia scelto di elencare le costellazioni proprio in questo modo, vi faremo semplicemente notare le regioni naturali in cui può essere diviso l'atlante stellare dell'*Almagesto* (vedi la **Figura 2.14**).

La regione *M* è la Via Lattea, che divide il cielo in due parti. Per cui abbiamo la regione *A*, che è la parte della sfera celeste che si trova alla destra della Via Lattea e che sale fino alla cintura zodiacale, comprendendo la parte destra di quest'ultima. La regione *A* contiene una parte formata esclusivamente dalle costellazioni zodiacali; la indicheremo con “*Zod A*”.

Dopodiché c'è la regione *B*, la parte del cielo alla sinistra della Via Lattea che arriva fino alla cintura zodiacale e include qualcosa della parte sinistra di quest'ultima; per cui la parte di questa regione formata esclusivamente dalle costellazioni zodiacali la etichetteremo con “*Zod B*”. Infine, la regione *D* è la parte più meridionale della sfera celeste alla sinistra della Via Lattea, che nella **Figura 2.14** si trova alla destra dello zodiaco.

Come vedremo di seguito, questa divisione dell'atlante stellare dell'*Almagesto* è tutt'altro che casuale e possiede diverse proprietà considerevoli che consentono una comprensione più profonda delle caratteristiche statistiche del catalogo stellare dell'*Almagesto*.

180 **MAGNAE COMPOSITIO**
 NIS CL. PTOLEMAEI PELUSIENSIS
 Alexandrini, Liber octauus.

¶ Expositio tabularis constellationis Hemisphærij australis. Cap. 1.

		Longitudo		Latit.		Mag.	
		G	M	G	M		
¶ Australis zodiaci partis constellation.							
Libræ constellation. 28°.							
Libra							
1	Fulgēs earū q̄ sūt in extrēitate australis	♌	18 0	bor.	0 40	2	♄
2	Borealis ipsa & mius splendida (forficis)	♌	17 0	bor.	2 30	5	
3	Fulgēs earū q̄ sūt in extrēitate borealis	♌	22 10	bor.	8 50	2	
4	Præcedēs ipsas & obicura (forficis)	♌	17 40	bor.	8 30	5	♌ 27.40.♌
5	Quæ est in medio australis forficis	♌	24 15	bor.	1 40	4	
6	Quæ istam præcedit in eadem forfice	♌	21 20	bor.	1 15	4	
7	Quæ est in medio borealis forficis	♌	27 50	bor.	3 45	4	
8	Quæ istam in eadem forfice sequitur	♌	3 0	bor.	4 30	4	ML
Libræ * s. { Magnitudinis * { Secundæ 2 { Quartæ 4 { Quintæ 2							
Informatz circa Libram.							
1	Antecedēs de tribus borealib⁹ q̄ sunt in	♌	26 10	bor.	9 0	5	
2	Australis sequentiū duarū (forfice boreali)	♌	3 40	bor.	6 40	4	ML
3	Borealis ipsarum	♌	4 20	bor.	9 15	3	ML
4	Sequens de tribus intermedijs	♌	2 30	bor.	5 30	6	
5	Borealis reliquarū duarū præcedentium	♌	0 20	bor.	2 20	5	
6	Australis ipsarum	♌	1 10	Au.	1 30	4	
7	Præcedens de tribus australioribus, quæ sunt in forfice australi	♌	23 0	Au.	7 30	3	
8	Borealis duarū reliquarū sequentium	♌	1 10	Au.	8 30	4	
9	Australior ipsarum	♌	2 20	Au.	9 40	4	
Scellæ novem quarum tertiz magnitudinis una quartæ s. quintæ s. sextæ s.							
Scorpij constellation 29°.							
Scorpio							
1	Borealis de tribus splendidis, quæ sūt in	♏	6 20	bor.	1 20	3	
2	Media ipsarum (fronte)	♏	5 40	Au.	1 40	3	
3	Australior de tribus	♏	5 40	Au.	5 0	3	
4	Australior adhuc ista in altero pedum	♏	6 0	Au.	7 50	2	
5	Borealis duarū, quæ borealissimæ splē	♏	7 0	bor.	1 40	4	
6	Australis ipsarum (didarū adhuc ret	♏	6 20	bor.	0 30	4	
7	Præcedens de tribus splendidis, quæ sunt in corpore	♏	10 40	Au.	3 45	3	
8	Media ipsarum & subrufta quæ uocatur	♏	12 40	Au.	4 0	2	♏ 24
9	Sequens de tribus (Antares)	♏	14 30	Au.	5 30	3	
10	Præcedens duarū quæ sub ipsis in extre.	♏	9 20	Au.	6 30	5	
11	Sequens ipsarum (mo pede sunt	♏	10 40	Au.	6 40	5	
12	Quæ in primo spondilo a corpore	♏	18 30	Au.	11 0	3	
13	Quæ post hanc in secundo spondilo	♏	18 50	Au.	15 0	3	
14	Borealis de binis quæ in tertio spōdilo	♏	20 0	Au.	18 40	4	
15	Australior de binis (sunt	♏	20 10	Au.	18 0	4	
16	Quæ dinceps in quarto spondilo est	♏	23 10	Au.	19 30	3	

Antares, id est cor Scorpij.
 in spōdili, hoc est, intermedio seu uertebro.

Figura 2.9. Un frammento del catalogo stellare da un'edizione del 1551 dell'*Almagesto*.

Sottolineiamo il modo specifico, piuttosto interessante e caratteristico dell'*Almagesto*, con cui sono state elencate le costellazioni. Ad esempio, il compilatore del catalogo sarebbe stato perfettamente giustificato nell'elencare gli eventi che si trovavano nella spirale e si spostavano tra le parti *A* e *B*, facendo dei movimenti circolari e periodici attorno al polo. Tuttavia, Tolomeo optò per un approccio completamente diverso. Per prima cosa elencò le costellazioni che si trovavano alla destra della regione *M*, quindi le costellazioni proprie di quella regione, seguite da quelle che si

trovavano alla sinistra, dalle costellazioni zodiacali e, infine, dalle stelle meridionali. Tolomeo deve aver avuto dei motivi tutti suoi per fare questa particolare scelta; tuttavia, la natura della sua motivazione è di scarsa importanza per noi. Siamo interessati al risultato, ovvero al vero metodo di elencare le stelle scelto sopra.

È molto importante (e neanche lontanamente ovvio) che la divisione dell'atlante stellare dell'*Almagesto* in regioni, sia strettamente legata alle differenti “caratteristiche di precisione” di dette regioni.

Come abbiamo già sottolineato, gli esperti hanno opinioni diverse in merito all'identificazione di alcune stelle dell'*Almagesto*. La tabella riprodotta in [1339] contiene l'elenco di tutte le discrepanze tra le opinioni dei cinque più importanti ricercatori e commentatori dell'*Almagesto*. Ma cosa ci dice il fatto che ci siano delle discrepanze tra le identificazioni delle diverse stelle dell'*Almagesto*?

Ci dice che le coordinate di una stella che ha molte identificazioni diverse non furono misurate con sufficiente precisione da Tolomeo. Dal momento che le stelle di prima e seconda magnitudine costituiscono una minoranza, le restanti possono essere identificate solo dalle coordinate indicate nell'*Almagesto*. Devono essere confrontate con le coordinate delle stelle moderne, se si vuol trovare il giusto equivalente sulla sfera celeste. E' abbastanza ovvio che questo metodo, che molto spesso è l'unico disponibile per l'identificazione di una stella anonima e relativamente fioca, funziona bene solo nei casi in cui Tolomeo misurò le coordinate della stella in questione con sufficiente precisione. Se nel processo di misurazione c'erano degli errori gravi, nascevano diverse opzioni di identificazione.

La situazione diventa particolarmente complessa quando la stella sotto esame fa parte di un agglomerato stellare la cui luminosità è più o meno uniforme. Ci potrebbero essere molte identificazioni diverse di un singola stella dell'*Almagesto* e potrebbe essere molto difficile sceglierne una tra loro. Questa è la ragione della controversa identificazione di alcune stelle dell'*Almagesto*.

La versione “finale” delle identificazioni riportate nel catalogo di Peters e Knobel ([1339]) potrebbe avere una priorità maggiore o minore rispetto alle opinioni degli altri ricercatori. Finora ci asterremo dal discutere questo problema in modo più dettagliato, dal momento che va ben oltre lo scopo della nostra ricerca. Abbiamo trovato più lodevole l'accuratezza scientifica di Peters e Knobel, in quanto hanno elencato diligentemente in una sola tabella tutte le discrepanze tra le diverse identificazioni. Abbiamo usato questa tabella per eseguire alcuni calcoli semplici ed estremamente utili. Ci danno l'opportunità di realizzare degli importanti corollari riguardanti la precisione delle misurazioni delle coordinate stellari di Tolomeo per le diverse parti della sfera celeste.

Quanto sopra consente di accettare l'ipotesi che se qualche stella dell'*Almagesto* non può essere identificata senza equivoci, le sue coordinate nell'*Almagesto* contengono degli errori. Possiamo indicare quelle stelle con il termine “identificata dubbiosamente” o “scarsamente identificabile”. Quindi, se considerassimo alcune costellazioni fisse, la proporzione delle stelle “identificate dubbiosamente” servirebbe a dimostrare quante stelle di una data costellazione non furono misurate con sufficiente precisione. Il calcolo di queste proporzioni ci consente solo di stimare quanto precisamente Tolomeo misurò le coordinate della stella in questione.

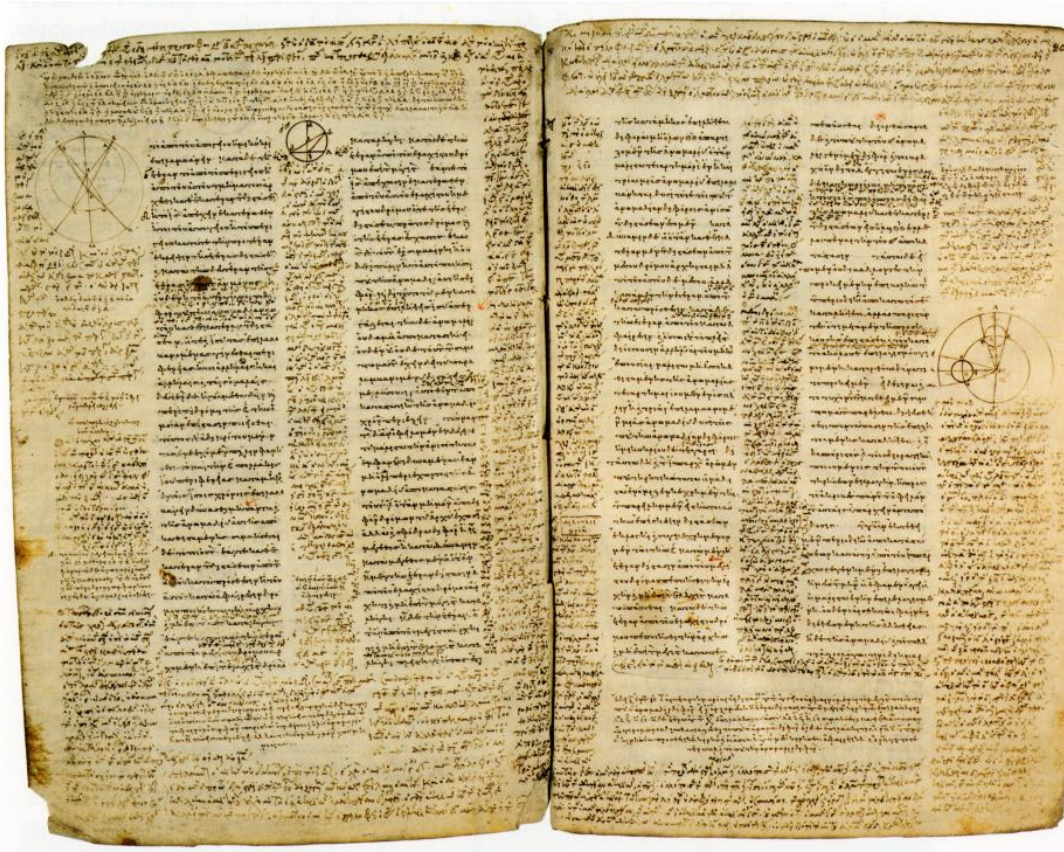


Figura 2.10. La versione greca dell'*Almagesto* di Tolomeo, che si presume sia stata confezionata nel IX secolo. Tratta da [1374], pagina 143.

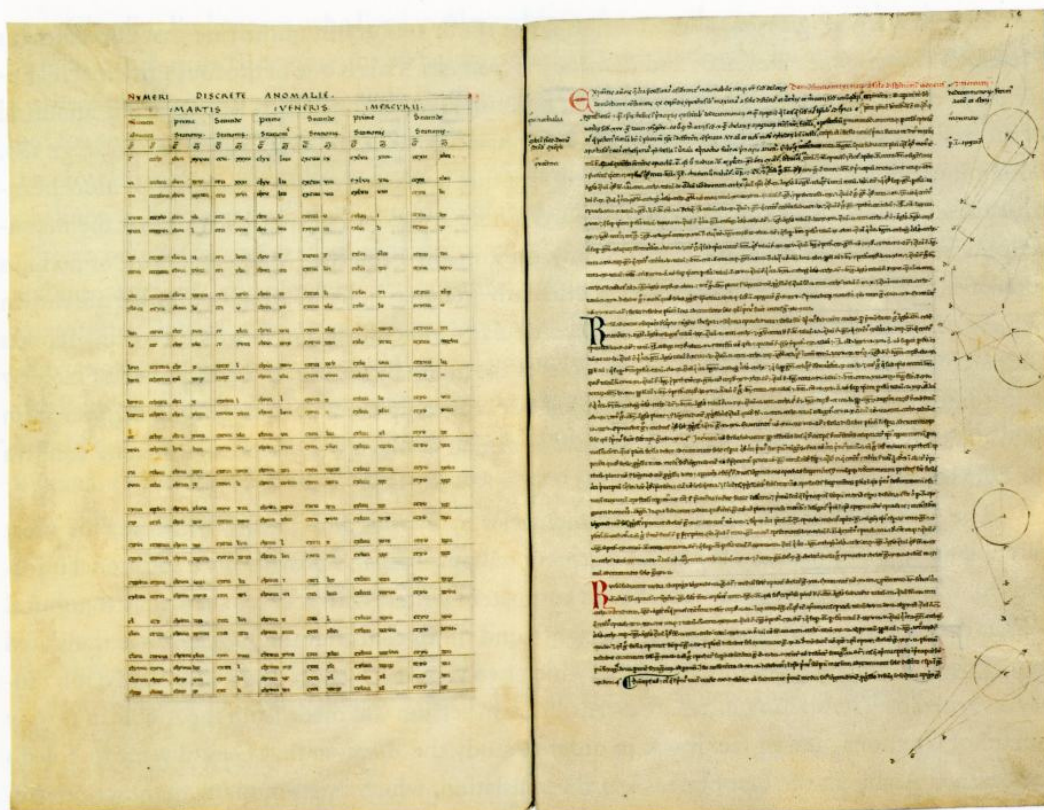


Figura 2.11. Una versione latina dell'*Almagesto*, che si presume risalta al XIII-XIV secolo. Tratta da [1374], pagina 146.

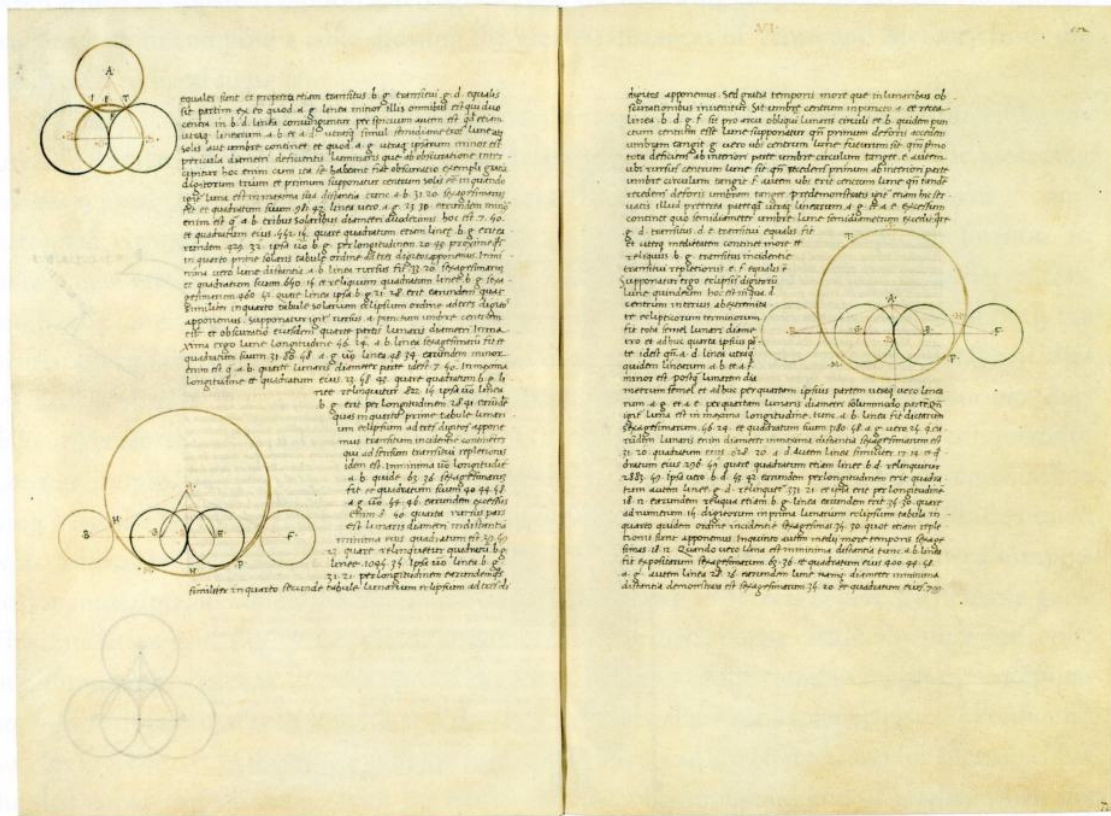


Figura 2.12. Un'altra versione dell'Almagesto tradotta in latino da Giorgio di Trebisonda intorno al 1481. Tratta da [1374], pagina 147.

Pertanto, possiamo scegliere la percentuale delle stelle identificabili con riserva come criterio riguardo la precisione delle osservazioni di Tolomeo per una determinata costellazione. In altre parole, dobbiamo calcolare il valore di $(X/T) \times 100\%$ per ogni costellazione, dove T rappresenta la somma totale delle stelle e X è il numero delle stelle identificabili con riserva contenute nella costellazione in questione.

Il risultato finale accumulerà una grande quantità delle opere preliminari condotte dai precedenti studiosi dell'*Almagesto*. Ci sono stati molti studi di questo tipo, perciò ci sono tutti i motivi per supporre che sia possibile prendere in considerazione il risultato medio di quelle attività, per rappresentare un'immagine più o meno veritiera che non si faccia influenzare dal soggettivismo di alcuni esperti.

Abbiamo studiato questo problema ed elencato i nostri risultati nella TABELLA 2.2. Questa tabella contiene otto colonne.

Nella *prima colonna* c'è il numero della costellazione come elencato nell'*Almagesto*.

La *seconda colonna* contiene il riferimento alla parte della sfera celeste in cui si trova la costellazione dell'*Almagesto* in questione. Ricordiamo ai lettori che ci sono sette regioni (le abbiamo chiamate *A, Zod A, B, Zod B, C, D e M*, vedi la **Figura 2.14**).

La *terza colonna* contiene il nome della costellazione (in latino).

La *quarta colonna* ci informa sulla percentuale delle stelle scarsamente identificabili nella costellazione "pura" (senza *informata*).

Nella *quinta colonna* viene calcolata la percentuale di cui sopra per tutte le stelle di una costellazione, incluse le *informata*.

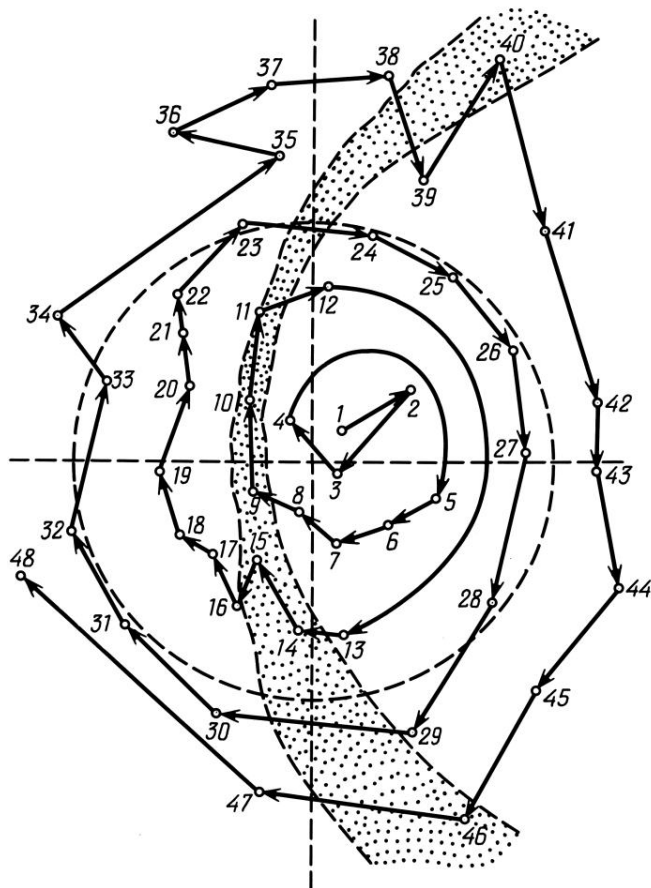


Figura 2.13. Una presentazione illustrativa dell'ordine in cui Tolomeo elenca le costellazioni dell'Almagesto. Nel nostro schema i centri delle costellazioni sono contrassegnati dai punti bianchi.

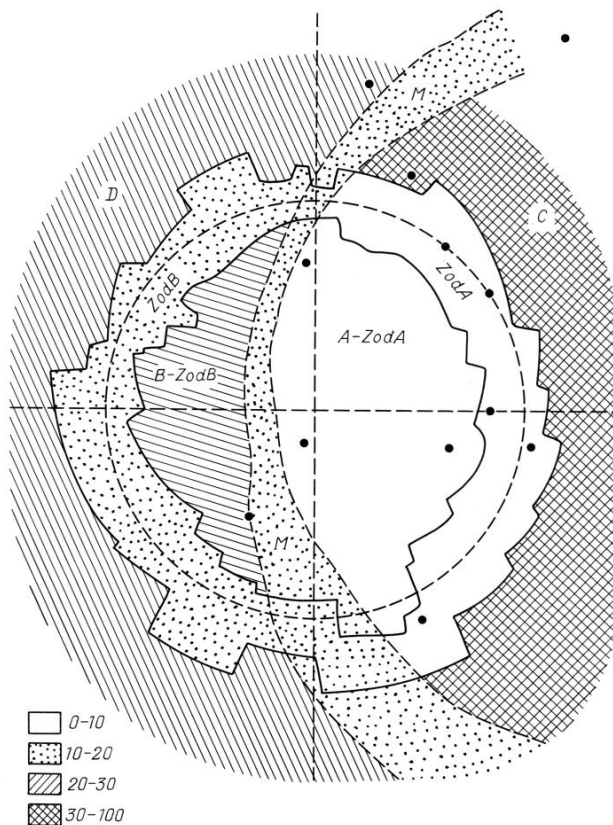


Figura 2.14. Lo schema approssimativo delle aree celesti ben misurate e mal misurate dell'Almagesto. Si può vedere chiaramente che solo alcune aree sono caratterizzate da misurazioni accurate, per cui spiccano. L'area bianca è stata misurata meglio nell'Almagesto.

La *sesta colonna* contiene la percentuale delle stelle scarsamente identificabili nelle *informata* effettive.

La *settima colonna* contiene il numero delle stelle in una costellazione.

L'*ottava colonna* contiene il numero di stelle nelle rispettive *informata*. Le colonne 5 e 6 saranno vuote in quei casi in cui in una costellazione non ci sono *informata* e con zero nella colonna 8. La TABELLA 2.2. elenca tutte le 48 costellazioni menzionate nell'*Almagesto*.

3. Le sette regioni dell'atlante stellare dell'*Almagesto* differiscono significativamente l'una dall'altra per mezzo del numero delle stelle ben identificabili.

La nostra analisi della TABELLA 2.2 implica quanto segue:

COROLLARIO 1. Le sette regioni che riportiamo nella sezione 2 contengono le seguenti costellazioni dell'*Almagesto*:

- regione *A*: costellazioni 1-8 e 24-29;
- regione *B*: costellazioni 16-23 e 30-33;
- regione *Zod A*, che fa parte della regione *A*: costellazioni 24-29;
- regione *Zod B*, che fa parte della regione *B*: costellazioni 22, 23, 30-33;
- regione *D*: costellazioni 34-38, 47 e 48.
- regione *C*: costellazioni 39-46;
- regione *M*: costellazioni 9-15.

COROLLARIO 2. Le stelle che nell'*Almagesto* costituiscono le *informata*, sono state misurate con una precisione relativamente bassa, ad eccezione delle seguenti: 1 stella nell'Orsa Minore, 1 stella in Boote, 1 stella in Ercole, 2 stelle nel Cigno, 5 stelle in Ofiuco, 6 stelle nell'Aquila, 5 stelle nell'Ariete, 3 stelle nell'Acquario e 4 stelle nei Pesci, ovvero 9 *informata* su un totale di 22.

Le restanti tredici *informata* sono state misurate molto male. In effetti, abbiamo trovato il 38% delle stelle misurate male nelle *informata* dell'Orsa Maggiore, il 50% nelle *informata* di Cefeo, il 33,3% nelle *informata* di Perseo, il 36,4% nelle *informata* del Toro, il 57% nelle *informata* dei Gemelli, il 75% nelle *informata* del Cancro, il 37,5% nelle *informata* del Leone, il 16,6% nelle *informata* della Vergine, il 44,4% nelle *informata* della Bilancia, il 66,7% nelle *informata* dello Scorpione e il 100% nelle *informata* del Cane Maggiore, Idra e Pesce Australe.

E così, in linea di massima ci sono molte stelle misurate male tra le *informata* dell'*Almagesto*. Sarebbe appropriato esprimere l'ipotesi (una che in alcun modo non influisca ulteriormente la nostra ricerca) che le stelle raccolte nelle *informata* non costituiscono il “modello della costellazione” principale, che è il motivo per cui la misurazione delle loro coordinate fu eseguita con meno precisione, soprattutto se la stella in questione era fioca. Ovviamente, se una stella brillante fosse finita tra le *informata*, le sue coordinate potrebbero venir misurate con maggiore diligenza. Per esempio, la famosa Arturo fa parte delle *informata* misurate bene dell'Acquario. Tuttavia, la TABELLA 2.2 ci mostra che in una situazione tipica le stelle dell'*informata* vengono misurate con meno precisione rispetto alle stelle della costellazione “pura”.

TABELLA 2.2. *La percentuale delle stelle scarsamente identificabili nelle costellazioni dell'Almagesto.*

Numero costellazione	Area celeste Almagesto	Nome latino delle costellazioni	Percentuale delle stelle scarsamente identificabili			Numero delle stelle	
			In una costellazione "pura"	In una costellazione con informata	In un'informata	In una costellazione "pura"	In un'informata
1	A	Ursa Minor	0	0	0	7	1
2	A	Ursa Major	3.7	11.4	38	27	8
3	A	Draco	0	-	-	31	0
4	A	Cepheus	0	7.7	50	11	2
5	A	Boote	27.3	26	0	22	2
6	A	Corona Borealis	0	-	-	8	0
7	A	Hercules	10.3	10	0	29	1
8	A	Lyra	10	-	-	10	0
9	M	Cygnus	0	0	0	17	2
10	M	Cassiopeia	23	-	-	13	0
11	M	Perseus	3.8	6.9	33.3	26	3
12	A, M	Auriga	21.4	-	-	14	0
13	M	Ophiucus	25	20.7	0	24	5
14	M	Serpens	0	-	-	18	0
15	M	Sagitta	0	-	-	5	0
16	B	Aquila	22.3	13.3	0	9	6
17	B	Delphinus	20	-	-	10	0
18	B	Equuleus	100	-	-	4	0
19	B	Pegasus	10	-	-	20	0
20	B	Andromeda	13	-	-	23	0
21	B	Triangulum	0	-	-	4	0
22	ZodB	Aries	0	0	0	13	5
23	ZodB	Taurus	21.2	25	36.4	33	11
24	ZodA	Gemini	5.6	20	57	18	7
25	ZodA	Cancer	0	23	75	9	4
26	ZodA	Leo	11.1	17.1	37.5	27	8
27	ZodA	Virgo	15.4	15.6	16.6	26	6
28	ZodA	Libra	0	23.5	44.4	8	9
29	ZodA	Scorpius	4.8	12.5	66.7	21	3
30	ZodB	Sagittarius	12.9	-	-	31	0
31	ZodB	Capricornus	3.6	-	-	28	0
32	ZodB	Aquarius	26.1	24.4	0	42	3
33	ZodB	Pisces	5.8	5.2	0	34	4
34	D	Cetus	22.7	-	-	22	0
35	D	Orion	8.9	-	-	38	0
36	D	Eridanus	26.4	-	-	34	0
37	D	Lepus	0	-	-	12	0
38	D	Canis Major	5.6	41.3	100	18	11
39	C	Canis Minor	0	-	-	2	0
40	C	Argo Navis	68.9	-	-	45	0
41	C	Hydra	16	22.2	100	25	2

42	C	Crater	57.1	-	-	7	0
43	C	Corvus	0	-	-	7	0
44	C	Centaurus	81	-	-	37	0
45	C	Lupus	100	-	-	19	0
46	C	Ara	100	-	-	7	0
47	D	Corona Australis	100	-	-	13	0
48	D	Pisces Austrinus	8.3	38.9	100	12	6

Sarebbe quindi naturale separare le *informata* dalle principali stelle della costellazione. In realtà, è proprio quello che venne fatto nell'*Almagesto*: le stelle dell'*informata* furono raccolte in un gruppo omonimo separato. Consideriamo solo le costellazioni “pure”.

Questo è il motivo per cui abbiamo introdotto due colonne separate nella TABELLA 2.2: una che corrisponde alla quota delle stelle scarsamente identificabili nella costellazione “pura”, l'altra alle stelle principali della costellazione con l'aggiunta delle *informata*. La nostra analisi della quarta colonna mostra che l'immagine è completamente diversa. A parte le costellazioni “pure” che sono state misurate con una precisione relativamente alta, ce ne sono alcune le cui coordinate stellari sono meno precise.

Per una maggiore dimostrabilità, abbiamo trascritto i dati numerici dalla quarta e quinta colonna nel modo seguente:

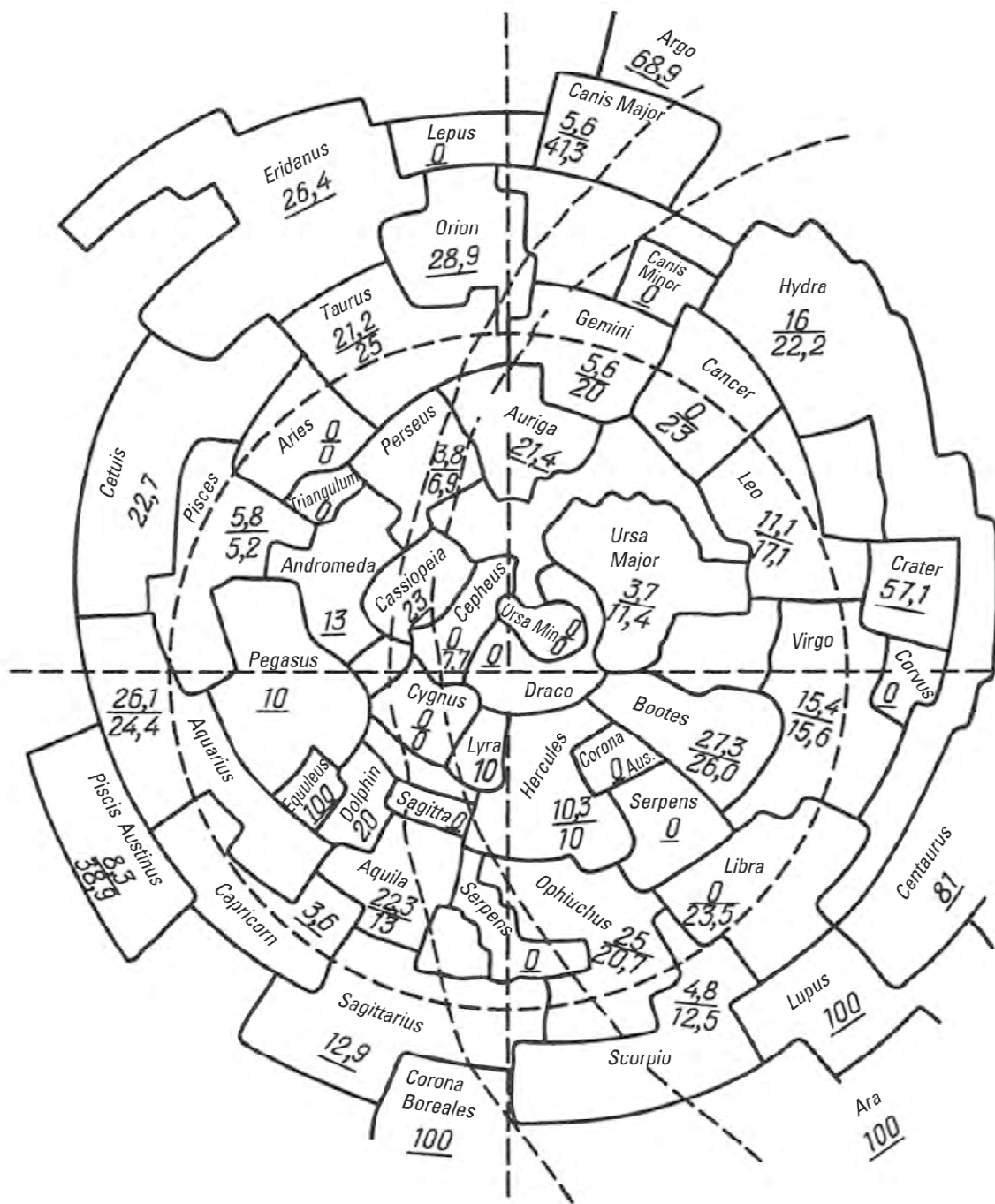
All'interno di ciascuna delle costellazioni riprodotte con un'area confinata all'interno di un bordo a zigzag, ci sono due numeri. Il numeratore della frazione rappresenta la quota delle stelle misurate male nella presente costellazione “pura”, senza le *informata*. Il denominatore della frazione contiene la percentuale delle stelle misurate male con le *informata*. Non ci sarebbe alcun denominatore se la costellazione in questione non contenesse alcuna *informata*; tuttavia, la linea della frazione è comunque presente. La linea tratteggiata che si vede nella **Figura 2.15** rappresenta la via Lattea.

Al fine di facilitare l'analisi della precedente immagine, contiamo separatamente il valore medio delle stelle scarsamente identificabili (per ciascuna delle sette regioni descritte sopra). Dobbiamo sommare i valori precedentemente calcolati per ogni costellazione e dividere il risultato per il numero delle costellazioni presenti nella regione. Il risultato è stato rappresentato nella TABELLA 2.3.

Passiamo alla **Figura 2.16**, dove le differenti regioni sono state rappresentate da diversi tipi di ombreggiatura. Corrispondono ai vari livelli di qualità dell'osservazione. Il colore bianco indica i valori delle stelle misurate male compresi tra 0% e 5%. L'ombreggiatura tratteggiata rappresenta i valori compresi tra il 6% e il 10%, l'ombreggiatura inclinata i valori compresi tra il 21% e il 30% e, infine, i campi neri indicano i valori compresi tra il 31% e il 100% delle stelle le cui coordinate mancano di precisione.

Pertanto, più scura è una determinata area, peggiore è la qualità della sua misurazione nell'*Almagesto*. Abbiamo immediatamente notato il fatto che molte costellazioni australi nell'Area C, alla destra della Via Lattea, sono state misurate davvero molto male; si possono vedere molti campi neri, vedi la **Figura 2.16**. D'altro canto, le costellazioni nell'Area A sono state misurate molto meglio, infatti c'è molto bianco. L'Area B, che si trova alla sinistra dell'area M, è stata misurata peggio dell'Area A; possiamo vedere che è piena di doppie ombreggiature. Alcune aree della **Figura 2.16** sono state contrassegnate da un punto interrogativo: si trattano delle regioni della moderna sfera celeste che rimangono formalmente oltre i confini delle costellazioni dell'*Almagesto*. Visto che l'*Almagesto* non fornisce delle definizioni precise sui bordi delle costellazioni, si possono “allungare” quelle adiacenti in modo tale da riempire le zone vuote della **Figura 2.16**. Ci asterremo dal descrivere questa procedura nei dettagli: ce ne sono pochi di questi “punti vuoti” e difficilmente

influenzeranno i nostri risultati. Per un'analisi più illustrativa dell'immagine precedente, calcoleremo la percentuale media delle stelle scarsamente identificabili in ciascuna delle sette aree, sommando le percentuali calcolate in precedenza per ciascuna delle costellazioni e dividendo il sottotale per il numero complessivo delle costellazioni di ciascuna area. Il risultato è rappresentato nella TABELLA 2.3.



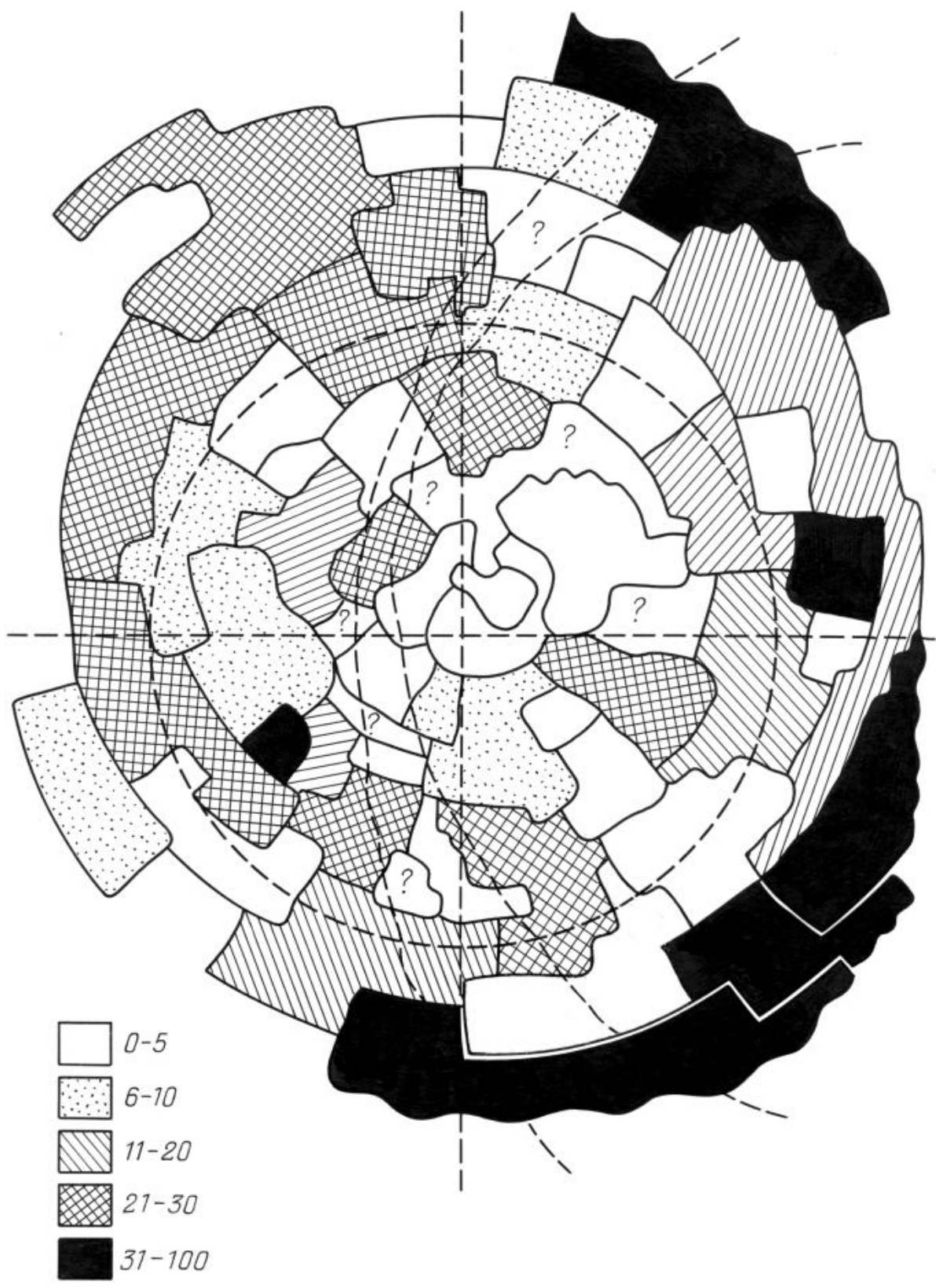


Figura 2.16. Una raffigurazione comprovabile le aree celesti ben misurate e scarsamente misurate dell'Almagesto. Più scura è l'area, meno accurate sono le corrispondenti misurazioni.

COROLLARIO 3. Nell'*Almagesto* la regione *A* è stata misurata meglio delle regioni *B*, *C*, *D* e *M*, vale a dire il 6,3% delle stelle scarsamente identificabili nelle costellazioni “pure” e il 12,6% nelle costellazioni a cui sono state aggiunte le *informata*.

TABELLA 2.3. *La percentuale media delle stelle scarsamente identificabili, indicata individualmente per ciascuna delle sette aree.*

<i>Le parti della sfera celeste nell'Almagesto</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A senza ZodA</i>	<i>B senza ZodB</i>	<i>ZodA</i>	<i>ZodB</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>M</i>
<i>Numero delle costellazioni</i>	14	12	8	6	6	6	7	8	7
<i>I numeri delle costellazioni nell'Almagesto</i>	1-8, 24-29	16-23, 30-33	1-8	16-21	24-29	23, 23, 30-33	34-38, 47,48	39-46	9-15
<i>Percentuale delle stelle scarsamente identificabili nelle costellazioni “pure” (senza informata)</i>	6,3	19,6	6,4	27,6	6,2	11,6	27,4	52,9	10,5
<i>Percentuale delle stelle scarsamente identificabili nelle costellazioni con informata</i>	12,6	19	8,1	26,5	18,6	11,9	36,9	53,6	10,3
<i>Percentuale delle stelle ben identificabili nelle costellazioni “pure”</i>	93,7	80,4	93,6	72,4	93,8	88,4	72,6	47,1	89,5

COROLLARIO 4. Nell'*Almagesto* la regione *B* è stata misurata peggio della regione *A*, vale a dire che abbiamo il 19,6% delle stelle scarsamente identificabili nelle costellazioni “pure” e il 19% nelle costellazioni con le *informata*.

COROLLARIO 5. La regione *M*, ossia la Via Lattea, occupa una posizione intermedia tra le regioni *A* e *B*; il 10,5% delle stelle scarsamente identificabili nelle costellazioni “pure” e il 10,3% nelle costellazioni con le *informata*.

COROLLARIO 6. Nell'*Almagesto* le regioni *C* e *D* sono state quelle misurate peggio, vale a dire che la regione *D* contiene il 27,4% delle stelle scarsamente identificabili nelle costellazioni “pure” e il 36,9% nelle costellazioni con le *informata*. Per quanto riguarda la regione *C*, la percentuale delle stelle scarsamente identificabili equivale al 52,9% in costellazioni “pure” e al 53,6% nelle costellazioni con le *informata*.

COROLLARIO 7. Nell'*Almagesto* la regione *Zod A* è quella misurata meglio; è la parte dello Zodiaco alla destra della Via Lattea. Include le costellazioni dei Gemelli, del Cancro, del Leone, della Vergine e dello Scorpione. Qui abbiamo un mero 6,2% di stelle scarsamente identificabili nelle costellazioni “pure”.

COROLLARIO 8. La regione *Zod B* è stata misurata molto peggio della *Zod A*. Qui abbiamo l'11,6% di stelle scarsamente identificabili nelle costellazioni “pure”. La regione *Zod B* comprende le costellazioni del Sagittario, del Capricorno, dell'Acquario, dei Pesci, dell'Ariete e del Toro.

Per poter avere un'idea migliore di cosa rappresentino veramente le informazioni nella TABELLA 2.3, abbiamo disegnato un diagramma che viene riprodotto nella **Figura 2.14**. I diversi tipi di ombreggiature corrispondono ai diversi livelli di precisione nelle misurazioni, ovvero la percentuale delle stelle scarsamente identificabili. La zona bianca sta per le aree che contengono dallo 0% al 10% di tali stelle, l'ombreggiatura punteggiata corrisponde ai livelli del 10% - 20%, l'ombreggiatura a righe ai livelli del 20% - 30% e la doppia ombreggiatura rappresenta le zone della sfera celeste che contengono dal 30% al 100% delle stelle la cui identità è ambigua.

Un'altra rappresentazione illustrativa delle *informata* di cui sopra può essere vista nella **Figura 2.17**. I numeri di tutte le 48 costellazioni dell'*Almagesto* sono stati posizionati orizzontalmente in modo tale da formare dei gruppi, tipo *A*, *B*, *Zod A*, *Zod B*, *A - Zod A* (ossia *A* senza *Zod A*), *B - Zod B*, *C*, *D* e *M*. Le rispettive percentuali delle stelle identificate con riserva nelle costellazioni “pure”, sono state allineate verticalmente. Nella **Figura 2.17** ciascun gruppo di costellazioni elencato sopra è rappresentato da un certo segmento orizzontale, il valore medio percentuale per il gruppo in esame. La **Figura 2.17** dimostra perfettamente che le coordinate delle stelle nel “gruppo *A*” sono state misurate con la massima precisione (regioni *A*, *Zod A* e *A - Zod A*). I valori corrispondenti sono i più piccoli. Il “gruppo *B*” si trova molto più in là nella **Figura 2.17**, il che significa che in quest'area la precisione delle misurazioni è inferiore. È anche evidente che le stelle dell'Emisfero Meridionale sono state misurate anche peggio.

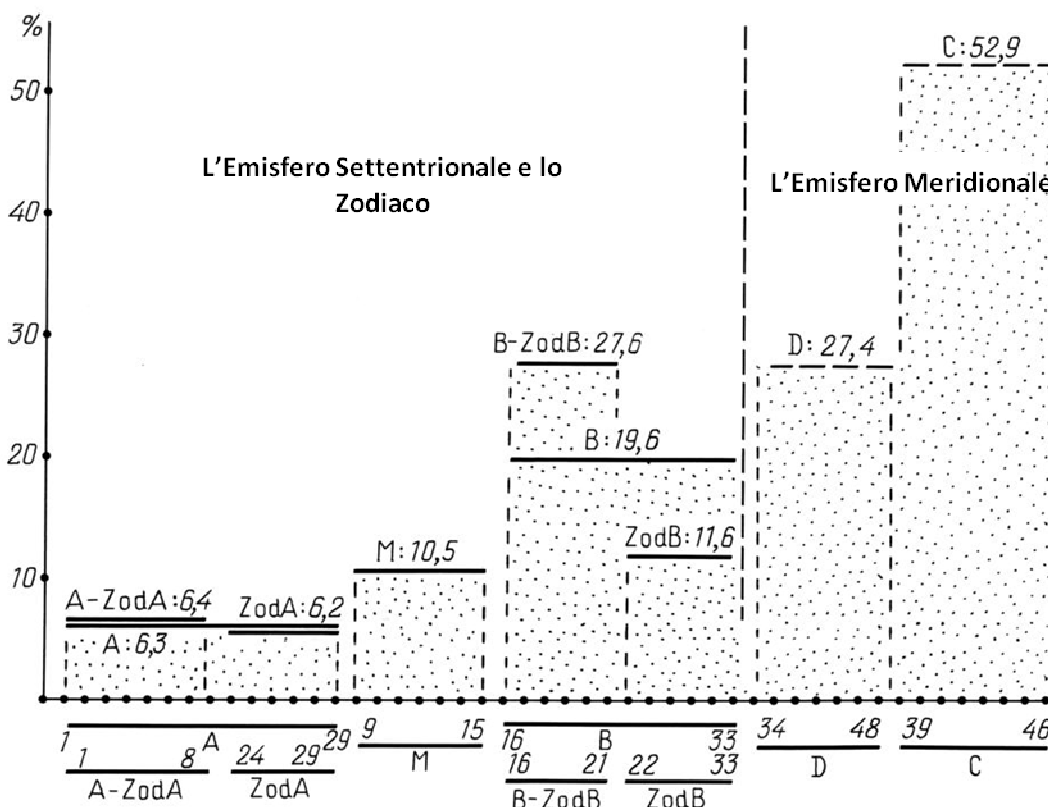


Figura 2.17. La percentuale delle stelle identificate dubbiosamente nelle costellazioni “pure” dell'*Almagesto*, senza tenere conto delle stelle elencate nelle *informata*. È abbastanza ovvio che le stelle del “gruppo *A*” sono state misurate meglio, mentre la percentuale delle stelle dubbiose è più bassa.

Le stesse informazioni si possono trovare nella **Figura 2.18** che si basa sull'ultima riga della TABELLA 2.3, dove i valori percentuali delle stelle identificate dubbiosamente nelle costellazioni “pure” dell'*Almagesto* sono allineati verticalmente. Questo grafico è ovviamente sottinteso anche in quello della **Figura 2.17** e rappresenta i valori di quest'ultimo sottratti del 100%.

COROLLARIO 9. La prima affermazione fondamentale. Le sette regioni dell'atlante stellare dell'*Almagesto* che abbiamo scoperto, differiscono per via della precisione delle misurazioni delle coordinate stellari. Infatti, i diversi tipi di ombreggiatura corrispondono alle sette regioni celesti descritte in precedenza (*A*, *B*, *C*, *D*, *M*, *Zod A* e *Zod B*) nella **Figura 2.14**.

COROLLARIO 10. La seconda affermazione fondamentale.

- 1) L'ulteriore studio delle coordinate stellari dell'*Almagesto* dovrà basarsi prima di tutto sulle stelle della regione *A*, dal momento che è quella che è stata misurata più accuratamente, con il valore minimo delle stelle identificate dubbiosamente.

- 2) Nessun corollario dovrà mai basarsi sullo studio delle stelle delle regioni *C* e *D*. Il numero eccezionalmente grande delle stelle scarsamente identificabili in quest'area ci dice esplicitamente che le regioni in questione non si possono considerare misurate con attendibilità. La rifrazione è uno dei motivi per cui le stelle meridionali non hanno potuto essere misurate con sufficiente precisione dall'autore dell'*Almagesto*: è risaputo che le coordinate delle stelle situate vicino all'orizzonte sono influenzate dalla rifrazione della luce.
- 3) Abbiamo l'opportunità di differenziare l'elenco delle 12 stelle con nome, attraverso il livello della loro "affidabilità". Le stelle misurate con la massima precisione corrispondono alla regione *A* e alle sue immediate vicinanze. Sono Regolo, la Spiga, Previandematrix, il Procione, Arturo, Aselli, Antares, la Lira (Vega) e Capella. Le stelle "ambigue" sono Sirio (regione *D*), l'Aquila o Altair (regione *B*, bordo sinistro della Via Lattea) e Canopo, che è completamente fuori dal grafico. Queste stelle sono finite nelle regioni celesti "misure male".

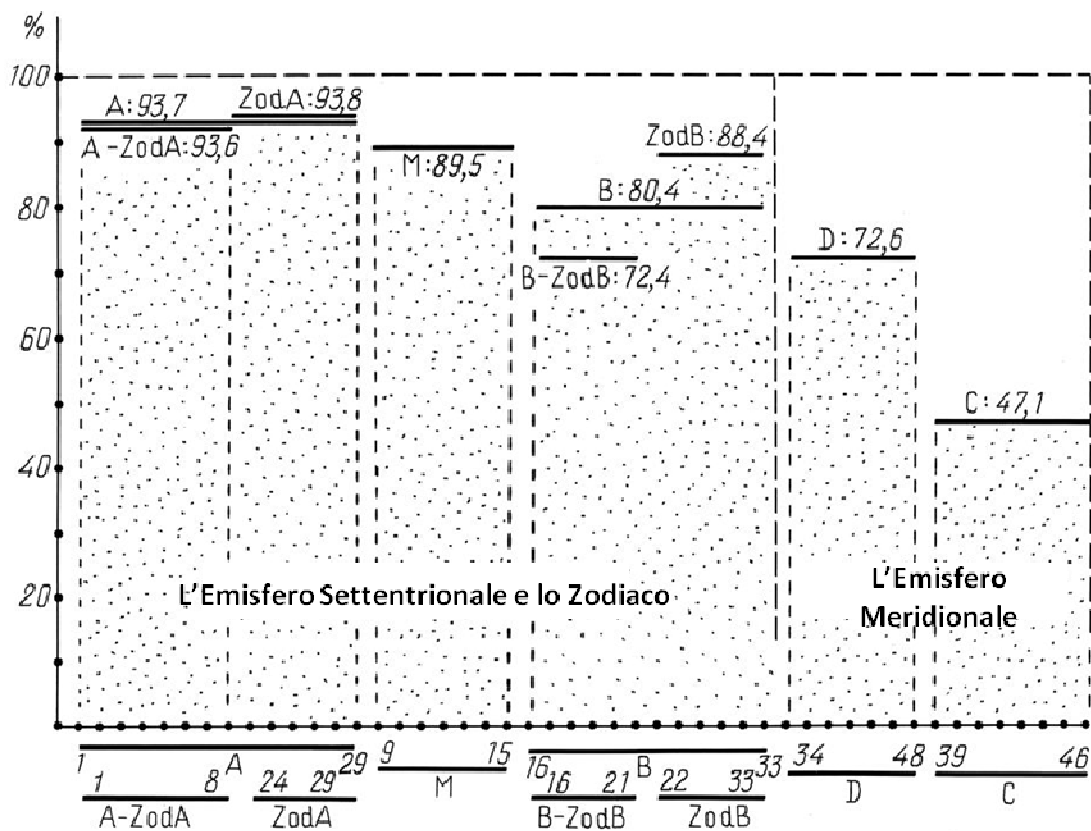


Figura 2.18. La percentuale delle stelle identificate con affidabilità nelle costellazioni "pure" dell'*Almagesto*.

Tra l'altro, la stella Previandematrix deve essere esclusa dall'elenco delle stelle con un "bel" nome, per il seguente motivo. Sebbene questa stella possa essere identificata abbastanza bene (nello specifico, è assente dall'elenco delle stelle scarsamente identificabili, vedere la Tabella 6 in [1339]), le sue coordinate come indicate in [1339] sono piuttosto incerte e non sono state comprovate da nessun riferimento ai manoscritti originali dell'*Almagesto*. Sulle coordinate della stella Previandematrix nell'*Almagesto*, Peters riporta quanto segue: "Le fonti greche indicano 20°0', mentre quelle arabe 15°10' [nientemeno che una discrepanza di cinque gradi - autore]. Il catalogo di Ulugbek contiene le coordinate 16°15'. Peters afferma 16°0', seguendo il catalogo di Halma come fece Bailey; tuttavia, sottolinea che Halma non aveva dei riferimenti autorevoli. È chiaro che i 16°0' di Halma furono presi da Halley, che è corretto [?! - autore] ma non supportato da nessun

manoscritto” ([1339], pagina104). È chiaro che in una situazione ambigua come questa, l'esclusione della stella Previandematrix è necessaria per evitare ulteriori considerazioni.

Pertanto, riguardo alle stelle con nome dell'*Almagesto*, otto su dodici finiscono nella regione “misurata con affidabilità” della sfera celeste: Regulo, la Spiga, il Procione, Arturo, Aselli, Antares, la Lira (Vega) e Capella.

4. La possibile distorsione delle coordinate stellari risultante dalla rifrazione atmosferica.

Un studioso di cataloghi stellari deve sempre tenere a mente il fenomeno fisico della rifrazione, la cui influenza può distorcere notevolmente le coordinate delle stelle meridionali.

Il fenomeno della rifrazione deve la sua esistenza alle proprietà dell'atmosfera che influenzano le misurazioni condotte dalla superficie terrestre; è il caso di tutte le antiche osservazioni. Dal punto di vista matematico, l'atmosfera della Terra può essere considerata come un insieme di strati sferici concentrici d'aria, la cui densità è più o meno uniforme come si passa da uno strato all'altro.

È risaputo che un raggio di sole è soggetto alla rifrazione quando si sposta tra diversi strati atmosferici di densità differente (vedi la **Figura 2.19**). Di conseguenza il raggio diventa più verticale, avvicinandosi alla normale, che è il bordo perpendicolare ai due strati.

Nella **Figura 2.20** possiamo vedere un diagramma dell'atmosfera terrestre, presentata come un insieme di strati concentrici la cui densità diminuisce con l'aumentare dell'altitudine. Il raggio di luce che proviene dalla stella *A* si rifrange quando si sposta da uno strato all'altro. Di conseguenza, si muove attraverso l'atmosfera formando una certa curva che può essere calcolata dalla corrispondente equazione. E' quello che venne fatto nella teoria della rifrazione atmosferica. Il risultato viene mostrato nella **Figura 2.20**: l'osservatore situato nel punto *O* della superficie terrestre percepisce la stella *B* come parte della semiretta *OB*, mentre in realtà la direzione viene rappresentata dalla semiretta *OA'*. Pertanto, in un certo modo la rifrazione fa “alzare” le stelle.

Più una stella si avvicina all'orizzonte, più a lungo ci metterà un raggio di luce per attraversare l'atmosfera terrestre e maggiore sarà la “elevazione” della stella. Tuttavia, se la stella fosse situata abbastanza in alto, la distorsione della sua posizione dovrebbe essere trascurabilmente piccola. La teoria della rifrazione ha un'espressione approssimativa che caratterizza la rifrazione delle distanze dallo zenit, vale a dire la distanza zenitale stellare ζ , ovvero l'angolo tra la direzione dello zenit nel punto di osservazione e la direzione della stella, meno il valore espresso approssimativamente nella seguente formula (con $\zeta < 70^\circ$):

$$p = 60'' \frac{B}{760} \times \frac{273^\circ}{273^\circ + t^\circ} \tan \zeta.$$

ζ rappresenta la distanza zenitale, *B* è l'altezza della colonna nel barometro di mercurio al momento dell'osservazione portata a 0° centigradi e *t*° è la temperatura dell'aria in gradi (centigradi) nella posizione dell'osservazione. La formula sopra dimostra che il componente variabile principale che influenza la rifrazione è $\tan \zeta$. Se la distanza zenitale fosse piccola (e la stella fosse abbastanza in alto sopra l'orizzonte), anche il valore di $\tan \zeta$ sarebbe piccolo e la rifrazione sarebbe insignificante. Man mano che le stelle si avvicinano all'orizzonte, il valore del componente \tan cresce e la rifrazione distorce le coordinate stellari in misura maggiore. Questo deve essere il motivo per cui le stelle meridionali, che sono appese in basso sopra l'orizzonte, sono state misurate piuttosto male sia nell'*Almagesto* che nei cataloghi antichi in generale.

Abbiamo già affrontato questo fatto nella sezione 3, dopo aver testimoniato che la percentuale delle stelle scarsamente identificabili nelle regioni *C* e *D*, che corrispondono alla parte meridionale della sfera celeste, sembra essere molto più alta che nelle regioni *A* e *B*.

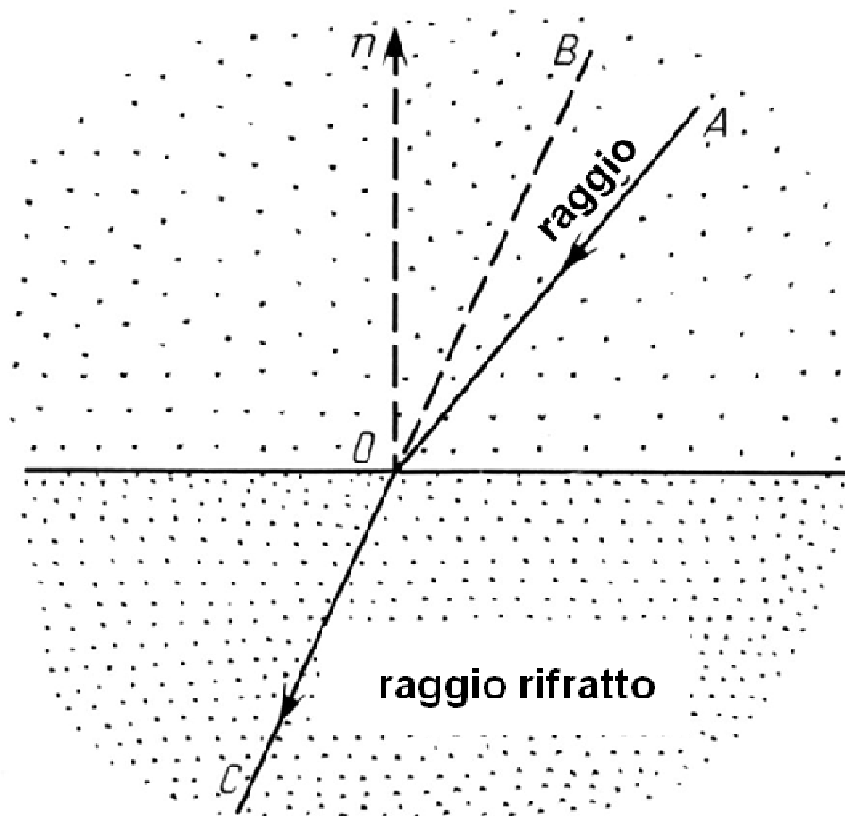


Figura 2.19. La rifrazione di un raggio di luce al confine tra due ambienti diversi.

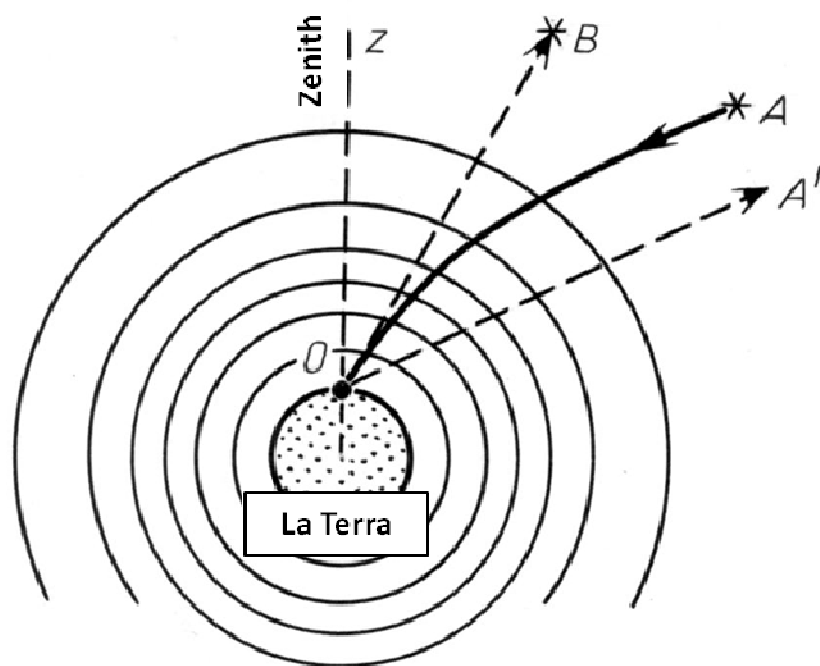


Figura 2.20. La rifrazione atmosferica può distorcere la posizione visibile di una stella sulla sfera celeste.

Sarebbe opportuno sottolineare che il fenomeno della rifrazione era sconosciuto agli astronomi antichi e persino nel momento della sua scoperta la compensazione precisa della rifrazione rimase un problema formidabile, che venne risolto con successo solo nell'epoca di Tycho Brahe. Tuttavia, come viene menzionato in [65] (pagina 129), i calcoli della compensazione di Tycho Brahe erano “piuttosto lontani dalla perfezione”.

5. L'analisi della distribuzione delle *informata* nel catalogo dell'*Almagesto*.

La TABELLA 2.2 contiene le informazioni sulla distribuzione delle *informata* attraverso le costellazioni dell'*Almagesto*. La tabella dimostra che molte costellazioni non possedevano alcuna *informata*, vale a dire che nell'*Almagesto* solo 22 costellazioni su 48 possiedono delle *informata*. Cosa si riflette nella presenza o nell'assenza delle stelle *informata* in una data costellazione? Ci sono molte opinioni su questo argomento. Quella che consideriamo essere la più plausibile è la seguente (può essere formulata in breve con la seguente ipotesi):

Le *informata* venivano indicate solo per le costellazioni che Tolomeo riteneva essere le più importanti.

In altre parole, la presenza stessa delle *informata* in una costellazione indica che l'astronomo era particolarmente interessato a quella costellazione.

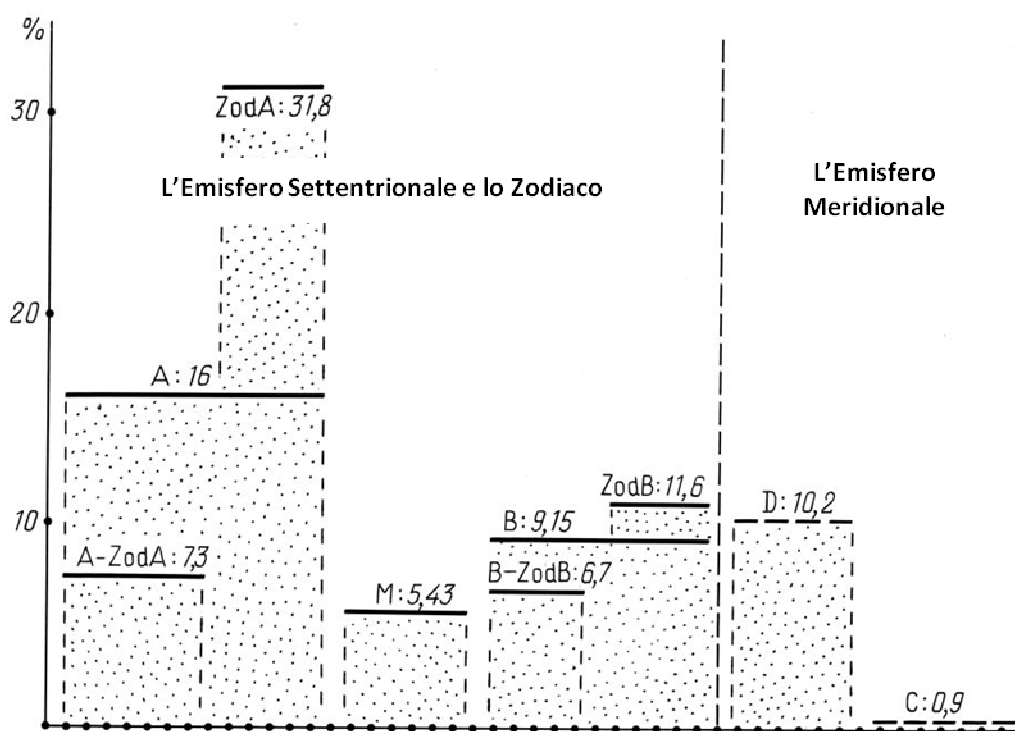


Figura 2.21. La distribuzione della “densità delle *informata*” nel catalogo stellare dell'*Almagesto*. Possiamo vedere che questa densità è in perfetta concordanza con la distribuzione delle stelle indicate dubbiosamente nelle costellazioni “pure” dell'*Almagesto*.

È possibile che alcune costellazioni fossero di importanza particolare e per cui venivano contrassegnate come tali sulla sfera celeste. Non ragioniamo sui motivi per i quali certe costellazioni venivano enfatizzate; questi motivi non sono importanti per noi e potrebbero essere stati di natura astrologica, per esempio. Pertanto, le stelle di quelle costellazioni venivano misurate più volte per raggiungere una maggiore precisione di osservazione. Inoltre, potrebbe essere che

elencando le stelle che formano la figura della costellazione, ovvero le stelle della costellazione “pura” usando la nostra terminologia, l'osservatore abbia aggiunto alcune “stelle di sfondo”; vale a dire che le stelle non costituiscono lo scheletro della costellazione, ma piuttosto si trovano nelle sue immediate vicinanze. Ecco quale potrebbe essere stata l'origine delle *informata*.

Come già sappiamo, queste stelle (che molto probabilmente erano considerate “secondarie”) in linea di massima venivano misurate peggio delle stelle della costellazione principale. Potrebbe essere interessante osservare la distribuzione delle *informata* attraverso la carta stellare dell'*Almagesto*. Al fine di fornire una caratteristica quantitativa di questa distribuzione, faremo quanto segue. Calcoleremo il numero delle *informata* per ciascuna delle costellazioni dell'*Almagesto*, vale a dire: il valore di $c = (a/b) \times 100\%$, dove a indica il numero delle stelle *informata* e b il numero totale delle stelle di una costellazione con l'aggiunta delle *informata*.

Pertanto, se non ci sono *informata* in una costellazione, $c = 0$. Adesso calcoliamo il numero totale di *informata* in tutte le costellazioni, che andrà a formare un gruppo separato. Stiamo parlando dei gruppi di costellazioni A, B, M , ecc...

Pertanto, per ciascuna delle sette regioni della carta stellare scoperta in precedenza, calcoleremo una determinata caratteristica quantitativa: la percentuale media delle *informata* in un determinato gruppo. Più alto è il numero, più saranno le stelle che finiranno per essere delle *informata*.

Il risultato è stato rappresentato graficamente nella **Figura 2.21**. Abbiamo seguito lo stesso principio della **Figura 2.17**, vale a dire che abbiamo posizionato i numeri delle costellazioni dell'*Almagesto* raggruppate per regione (sette regioni in tutto, vedi la **Figura 2.17**) sull'asse orizzontale. Il numero medio delle *informata* è stato indicato sull'asse verticale. Di conseguenza, c'è un segmento orizzontale che corrisponde a ciascuna area. Le informazioni nella **Figura 2.21** hanno le seguenti implicazioni importanti.

COROLLARIO 1. La distribuzione della “densità delle *informata*” nel catalogo stellare dell'*Almagesto* è in perfetta concomitanza con la distribuzione delle stelle identificate dubbiosamente nelle costellazioni “pure” dell'*Almagesto*. Lo stesso corollario potrebbe essere riformulato come segue. Maggiore era l'attenzione che il compilatore del catalogo prestava a un gruppo di costellazioni, tanto più affidabile era l'identità delle stelle in questo gruppo.

Infatti, come possiamo vedere nella **Figura 2.21**, la massima densità delle *informata* può essere osservata nella regione *Zod A*. Poi c'è la regione *A*. Inoltre, la regione *A* venne chiaramente studiata più attentamente rispetto alla regione *B*. La regione *M* fu la parte misurata con meno accuratezza dell'Emisfero Settentrionale. Le regioni *A* e *B* sono state osservate con maggiore diligenza rispetto alla regione *M*.

Nell'Emisfero Meridionale, l'attenzione più bassa venne rivolta alla regione *C*. Sebbene la regione *D*, situata anch'essa nell'Emisfero Australe, abbia goduto di più attenzione da parte del compilatore dell'*Almagesto* (le stelle scarsamente identificabili sono pari al 10,2%), questo non fu il caso della regione *C* (vedi la **Figura 2.17**). C'è poco da meravigliarsi: come abbiamo già detto più volte, le regioni *C* e *D* formano la parte meridionale dell'atlante stellare dell'*Almagesto*, che in linea generale è caratterizzata da un'inferiore precisione di osservazione rispetto alle stelle dell'Emisfero Settentrionale e delle costellazioni zodiacali. Pertanto, le regioni meridionali *C* e *D* d'ora in poi dovranno essere considerate separatamente e non potranno essere utilizzate per eventuali congetture a causa della loro bassa precisione di osservazione. Quindi, le **Figure 2.17** e **2.21** ci portano a un'importante conclusione.

COROLLARIO 2. L'analisi sopra riportata conferma la divisione precedentemente scoperta dell'atlante stellare dell'*Almagesto* in sette regioni di “precisione variabile”. La precisione di osservazione per ciascuna di esse è proporzionale alla quantità di attenzione prestata a questa regione. Ci stiamo riferendo principalmente all'Emisfero Settentrionale e allo Zodiaco. Maggiore è la densità delle *informata*, migliori sono le misurazioni delle stelle e maggiore è la percentuale delle

stelle identificabili con affidabilità. Più bassa è la densità delle *informata*, più piccolo è il valore corrispondente alla percentuale delle stelle “riconoscibili” e ben identificabili. I dati numerici dettagliati, relativi alle singole costellazioni dell'*Almagesto*, sono stati riportati nella TABELLA 2.4 della sezione 6; questa è la fonte a cui il lettore potrà fare riferimento. Per ogni costellazione è stato indicato il numero delle *informata*.

6. L'analisi delle versioni delle coordinate come specificate nei differenti manoscritti del catalogo dell'*Almagesto*.

Il confronto dei 26 manoscritti principali con la versione canonica del catalogo.

Il lavoro di Peters e Knobel ([1339]) contiene la Tavola IX, in cui si possono vedere i dati che sono in contrasto con la versione canonica e comunemente usata del catalogo.

Queste variazioni sono state scoperte nei 26 manoscritti “antichi” principali dell'*Almagesto*. La Tavola IX in [1339] contiene tutte queste versioni. Per la sua compilazione sono stati usati i seguenti manoscritti (per un elenco esaustivo delle fonti, vedi il Capitolo 11):

MANOSCRITTI GRECI:

- 1) Parigi 2389,
- 2) Parigi 2390,
- 3) Parigi 2391,
- 4) Parigi 2394,
- 5) Venezia 302,
- 6) Venezia 303,
- 7) Venezia 310,
- 8) Venezia 311,
- 9) Venezia 312,
- 10) Venezia 313,
- 11) Vaticano 1594,
- 12) Vaticano 1038,
- 13) Vat. Reg. 90,
- 14) Laurenziano 1,
- 15) Laurenziano 47,
- 16) Laurenziano 48,
- 17) Bodleian 3374,
- 18) Vienna 14.

MANOSCRITTI LATINI:

- 19) Laurenziano 6,

- 20) Laurenziano 45,
- 21) Vienna 24,
- 22) British Museum Sloane 2795.

MANOSCRITTI ARABI:

- 23) British Museum 7475,
- 24) British Museum Reg. 16,
- 25) Bodleian 369,
- 26) Laurenziano 156.

La Tavola IX in [1339] contiene 26 colonne verticali corrispondenti ai manoscritti precedenti dell'*Almagesto*. Ogni riga della tavola corrisponde a qualche stella del catalogo le cui coordinate differivano dalla versione canonica. La tavola fa un'impressione molto caotica, poiché le versioni sono distribuite in modo casuale. Dobbiamo sottolineare un dettaglio importante. I numeri (o versioni) trovati in una singola riga della tavola possono coincidere tra loro, il che significa che i diversi manoscritti contengono la stessa versione (della longitudine stellare, ad esempio) che differisce da quella canonica.

Facciamo un esempio: ipotizziamo che la longitudine di $16^{\circ}10'$ sia stata menzionata quattro volte in una sola riga della tavola, mentre la longitudine di $16^{\circ}20'$ sia stata indicata in sette celle. Se dovessimo inoltre assumere che non ci sono altre versioni della longitudine nella suddetta riga della tavola, ci sarebbero esattamente due valori longitudinali che differiscono da quella canonica in tutti e 26 i manoscritti sopracitati. Abbiamo semplicemente considerato il numero delle versioni, a prescindere dal numero delle ripetizioni: in effetti, sarebbe molto utile uno studio più approfondito. Il numero totale delle diverse versioni della longitudine stellare (con le ripetizioni), a quanto pare è uguale a $7 + 4 = 11$.

Entrambe le caratteristiche numeriche sono importanti per noi. La prima è geometrica e dimostra il numero dei diversi punti o stelle che dovranno essere disegnati sulla sfera celeste per poter tener conto di tutte le versioni delle coordinate di questa stella contenute nei manoscritti. La seconda caratteristica corrisponde alla frequenza di manifestazione di una data versione. È ovvio che più manoscritti insisteranno su una singola versione, più motivi ci saranno per trovare e scoprire perché questa particolare versione è così popolare. La Tavola IX è molto voluminosa secondo [1339], per cui c'è speranza di trovare certe tendenze che saranno utili alla nostra ricerca.

Secondo il punto di vista di Scaligero, le versioni raccolte nella Tavola IX ([1339]) sono il risultato degli errori degli scribi che si sono accumulati nel corso dei secoli, in quanto l'*Almagesto* fu copiato molte volte. Si presume che l'originale dell'*Almagesto* sia andato perso molto tempo fa e che sia arrivato a noi solo attraverso le molte copie medievali. Ognuno dei seguenti copisti introdusse nuovi errori durante la sua riproduzione. Di conseguenza, oggi abbiamo diverse versioni del catalogo. Ovviamente, potrebbero esserci degli errori fatti durante la copiatura, poiché a quei tempi le cifre venivano trascritte come lettere. Alcune lettere venivano facilmente confuse l'una con l'altra. Questo porterebbe a una certa distorsione riguardo il numero del materiale originale. Per riassumere, potremmo dire che la storia di Scaligero considera i diversi manoscritti dell'*Almagesto* e il suo catalogo solo come delle copie meccaniche introdotte da scribi differenti. Si presume che ognuna di queste copie sia il prodotto finale di un certo "albero di copie" radicato nell'originale perduto dell'*Almagesto*.

TABELLA 2.4. *Il numero delle opzioni per le coordinate stellari delle diverse costellazioni dell'Almagesto.*

Numero della costellazione nell'Almagesto	Nome delle costellazioni e numero di stelle nelle costellazioni "pure" (senza informata)	Quantità di stelle in un'informata e percentuale a confronto con le costellazioni comprese di informata	Numero delle stelle			
			Numero totale		Numero medio	
			con molteplicità	senza molteplicità	con molteplicità	senza molteplicità
1	Ursa Minor (7)	1 (12,5%)	73	29	9.1	3.63
2	Ursa Major (27)	8 (22,8%)	227	103	6.49	2.94
3	Draco (31)	0	150	89	4.84	2.87
4	Cepheus (11)	2 (15,4%)	60	29	4.62	2.23
5	Boote (22)	1 (4,3%)	132	55	5.74	2.39
6	Corona Borealis (8)	0	25	17	3.13	2.13
7	Hercules (29)	1 (3,3%)	202	79	6.73	2.63
8	Lyra (10)	0	49	22	4.9	2.2
9	Cygnus (17)	2 (10,5%)	95	45	5	2.37
10	Cassiopeia (13)	0	60	28	4.62	2.15
11	Perseus (26)	3 (10,3%)	87	49	3	1.69
12	Auriga (14)	0	68	35	4.86	2.5
13	Ophiucus (24)	5 (17,2%)	213	85	7.34	2.93
14	Serpens (18)	0	92	36	5.11	2
15	Sagitta (5)	0	43	12	8.6	2.4
16	Aquila (9)	6 (40,0%)	49	36	3.27	2.4
17	Delphinus (10)	0	72	33	7.2	3.3
18	Equuleus (4)	0	6	5	1.5	1.25
19	Pegasus (20)	0	68	39	3.4	1.95
20	Andromeda (23)	0	78	39	3.39	1.7
21	Triangulum (4)	0	9	5	2.25	1.25
22	Aries (13)	5 (27,7%)	83	41	4.61	2.28
23	Taurus (33)	11 (25,0%)	259	110	5.89	2.5
24	Gemini (18)	7 (28,0%)	192	60	7.67	2.39
25	Cancer (9)	4 (30,7%)	107	44	8.23	3.38
26	Leo (27)	8 (22,8%)	170	83	4.86	2.37
27	Virgo (26)	6 (18,7%)	207	87	6.47	2.72
28	Libra (8)	9 (52,9%)	85	39	5	2.3
29	Scorpius (21)	3 (12,5%)	56	31	2.33	1.3
30	Sagittarius (31)	0	179	67	5.77	2.16
31	Capricornus (28)	0	217	85	7.75	3.04
32	Aquarius (42)	3 (6,6%)	207	109	4.6	2.42
33	Pisces (34)	4 (10,5%)	246	96	6.47	2.53
34	Cetus (22)	0	130	54	5.91	2.45
35	Orion (38)	0	212	96	5.58	2.53
36	Eridanus (34)	0	210	81	6.18	2.38
37	Lepus (12)	0	71	36	5.92	3
38	Canis Major (18)	11 (37,9%)	88	38	3.03	1.31
39	Canis Minor (2)	0	12	5	6	2.5

40	Argo Navis	(45)	0		250	100	5.56	2.22
41	Hydra	(25)	2	(7,4%)	209	73	7.74	2.7
42	Crater	(7)	0		33	18	4.71	2.57
43	Corvus	(7)	0		20	17	2.86	2.43
44	Centaurus	(37)	0		179	70	4.84	1.89
45	Lupus	(19)	0		133	57	7	3
46	Ara	(7)	0		70	24	10	3.43
47	Corona Australis	(13)	0		85	31	6.54	2.38
48	Pisces Austrinus	(12)	6	(33,3%)	72	36	4	2

Allo stesso tempo, è possibile che il catalogo non sia stato semplicemente copiato, ma piuttosto completato da nuove osservazioni condotte nell'epoca dello scriba. Di conseguenza, le nuove coordinate potrebbero essere state introdotte nel catalogo, specialmente quelle che gli studiosi medievali ritenevano essere più precise delle originali. È quindi possibile che le versioni sopravvissute nel catalogo rispecchiassero entrambi i tipi di discrepanze / errori meccanici degli scribi, come pure i risultati delle osservazioni stellari indipendenti e le ripetute misurazioni delle coordinate. Quali versioni formano la maggioranza? Quale delle due versioni che formuliamo di seguito sembra essere più vicina alla verità?

- 1) Le versioni contraddittorie che abbiamo a disposizione oggi non sono altro che gli errori introdotti dagli scribi.
- 2) Le discrepanze tra le versioni principali sono il risultato delle ripetute misurazioni indipendenti delle coordinate stellari condotte da un solo osservatore (o da un gruppo di osservatori) durante un'unica epoca. La stima dell'epoca è un compito separato.

In altre parole, è possibile che le diverse versioni che abbiamo oggi non siano necessariamente delle copie del catalogo sorgente; alcune sono “bozze” che sono state utilizzate per la compilazione della versione canonica finale del catalogo. Per scoprire quale delle due postulazioni è più vicina alla verità, abbiamo analizzato la Tavola IX in [1339] e raccolto i risultati nella TABELLA 2.4. Descriviamo il principio in base al quale abbiamo costruito la nostra tabella, che contiene sette colonne e 48 righe.

La *prima colonna* contiene i numeri delle costellazioni secondo l'elenco dell'*Almagesto*.

La *seconda colonna* contiene il nome della costellazione, con la somma totale delle stelle nella costellazione indicata tra parentesi.

Nella *terza colonna* abbiamo il numero delle stelle nell'*informata* della costellazione in questione (lo 0 è usato per le costellazioni senza *informata*). È stato anche indicato il valore percentuale delle stelle in una costellazione comprese le *informata*.

Nella *quarta colonna* possiamo vedere il numero totale delle versioni per longitudini e latitudini, nonché la frequenza di ripetizione per singola versione (per tutta la costellazione incluse le *informata*).

La *quinta colonna* corrisponde al numero completo delle versioni per longitudine e latitudine senza le ripetizioni date per l'intera costellazione, comprese le *informata*.

La *sesta colonna* è il numero medio dei differenti valori longitudinali e latitudinali con il numero delle ripetizioni (per l'intera costellazione, incluse le *informata*).

La *settima colonna* è il numero medio delle versioni differenti (longitudini e latitudini), preso senza le ripetizioni per l'intera costellazione, incluse le *informata*.

Commentiamo la tabella che ne risulta. La terza colonna serve da base per la **Figura 2.21**, di cui abbiamo discusso a lungo nella sezione 5. I valori di questa colonna corrispondono alla distribuzione della densità delle *informata* nell'atlante stellare dell'*Almagesto*.

Il principio alla base del calcolo dei valori delle colonne 4 e 5 è abbastanza ovvio. Abbiamo contato il numero totale delle variazioni per ogni stella di una determinata costellazione, incluse tutte le ripetizioni. I risultati per tutte le stelle in questa costellazione sono stati aggiunti successivamente. Sottolineiamo che il nostro obiettivo attuale è quello di studiare la distribuzione delle variazioni delle coordinate in tutto il catalogo. Possiamo vedere che in questo caso le costellazioni dell'*Almagesto* sono tutt'altro che uniformi. Alcune costellazioni sono scarse nella varianza. Va detto che in questo studio non abbiamo considerato separatamente le longitudini e le latitudini, ma abbiamo piuttosto studiato la somma delle loro caratteristiche per i corollari statistici più affidabili.

7. Le versioni della densità come la densità delle osservazioni stellari indipendenti.

Le sette aree dell'atlante stellare dell'*Almagesto* rivedute in base alla nuova concordanza con i risultati precedenti.

Per poter trarre delle conclusioni dalla TABELLA 2.4, dobbiamo eseguire una semplice operazione aggiuntiva, vale a dire calcolare la quantità media delle versioni delle coordinate stellari per tutte e sette le aree di “precisione variabile” sulla carta astrale dell'*Almagesto* elencate sopra. Per questo scopo divideremo le file delle ultime due colonne della TABELLA 2.4 in sette gruppi (*A*, *B*, *M* etc..) e poi calcoleremo la media dei valori di ogni singolo gruppo. Il risultato è stato presentato nella TABELLA 2.5. La quarta riga della tabella fornisce la base per la **Figura 2.21** e mostra la percentuale delle *informata* per ogni regione celeste. Le ultime due righe della TABELLA 2.5 sono le più importanti. La quinta riga mostra la versione della densità tenendo conto delle molteplicità, mentre la sesta fornisce le stesse informazioni senza le molteplicità, ossia le ripetizioni. Per una rappresentazione ancor più dimostrativa dei dati, passiamo alla **Figura 2.22**. La linea orizzontale contiene numeri delle costellazioni dell'*Almagesto* raggruppate nelle sette aree della carta astrale, vedi la **Figura 2.17**. Nella linea verticale possiamo vedere la quantità media delle versioni per ognuna di queste aree.

TABELLA 2.5. Il numero medio delle versioni per le latitudini e le longitudini nelle costellazioni dell' <i>Almagesto</i> .									
Le parti della sfera celeste nell' <i>Almagesto</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A senza ZodA</i>	<i>B senza ZodB</i>	<i>ZodA</i>	<i>ZodB</i>	<i>M</i>	<i>D</i>	<i>C</i>
Numero delle costellazioni in un'area	14	12	8	6	6	6	7	7	8
I composti di un'area (numeri costellazioni secondo l' <i>Almagesto</i>)	1-8, 24-29	16-23, 30-33	1-8	16-21	24-29	23, 23, 30-33	9-15	34-38, 47,48	39-46
Percentuale di <i>informata</i> in un'area	19	9.2	7.3	6.7	31.8	11.6	5.4	10.2	0.9
Numero medio delle versioni per latitudini e longitudini (con le molteplicità)	5.72	4.68	5.69	3.5	5.76	5.85	5.5	5.31	6.09
Numero medio delle versioni per latitudini e longitudini (senza le molteplicità)	2.53	2.23	2.63	1.96	2.41	2.49	2.29	2.29	2.59
costellazioni settentrionali e zodiaco							costellazioni meridionali		

La TABELLA 2.5 e la **Figura 2.22** ci portano ai seguenti corollari:

COROLLARIO 1. Il grafico della versione della densità con le molteplicità concorda bene con quello senza. Ciò implica che i modelli logici elencati di seguito si manifestano in entrambi i grafici. Vi facciamo notare che il grafico della densità senza le molteplicità ha minori fluttuazioni di amplitudine rispetto al grafico della densità che tiene conto delle molteplicità. Questo è abbastanza ovvio: dal momento che uno le include, le fluttuazioni di densità possono essere osservate in modo più realistico. La **Figura. 2.22** mostra proprio questo.

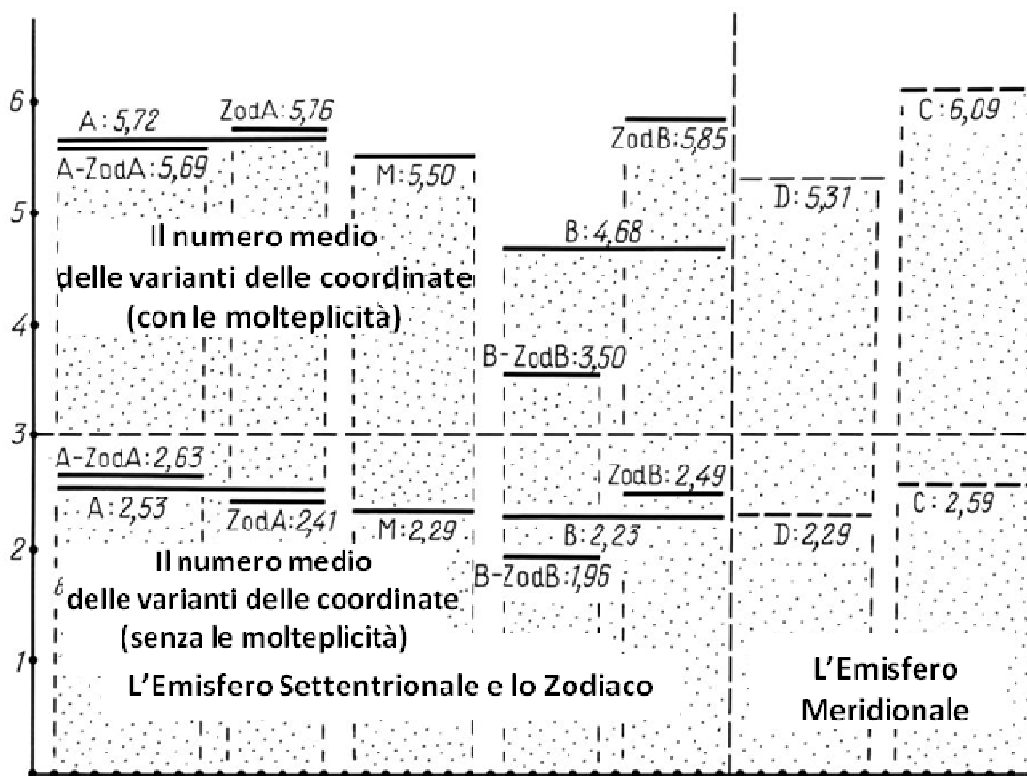


Figura 2.22. La distribuzione della densità per i numeri delle versioni delle coordinate stellari nel catalogo dell'*Almagesto*. Le densità sono state indicate con e senza le molteplicità.

COROLLARIO 2. La densità delle coordinate astrali sull'atlante stellare dell'*Almagesto* concorda perfettamente con la distribuzione delle stelle identificate con affidabilità nelle costellazioni "pure" dell'*Almagesto*, come pure con la distribuzione della densità delle *informata*.

Riportiamo le informazioni che riguardano la distribuzione di dette densità in quattro tabelle: 2.6, 2.7, 2.8 e 2.9. La TABELLA 2.6 mostra la distribuzione delle stelle identificabili con sicurezza nelle costellazioni pure dell'*Almagesto*. Le righe e le colonne della tabella corrispondono alle seguenti regioni che abbiamo scoperto sulla carta stellare dell'*Almagesto*: A, B, A meno Zod A, B meno Zod B, Zod A, Zod B, M, D e C. Le ultime tre colonne e righe della tabella si riferiscono alle aree dell'emisfero australe.

Le celle della tabella contengono i segni + e - (o, in alcuni casi, + = / - =). Il loro significato è il seguente. Ad esempio, consideriamo la prima fila della tabella che corrisponde all'area A. La rispettiva percentuale è maggiore per l'area A che per l'area B; pertanto, mettiamo un + nella cella che incrocia la prima riga e la seconda colonna. Inoltre, la percentuale è formalmente maggiore per l'area A che per A meno Zod A, ma di fatto è uguale a quest'ultima; pertanto, mettiamo un segno += nella rispettiva cella; se questa percentuale si dimostrerà minore, useremo -; se dovesse essere minore ma di fatto uguale, -=.

TABELLA 2.6. *Il confronto tra la percentuale delle stelle identificabili con affidabilità nelle costellazioni pure dell'Almagesto (senza informata) per le diverse parti della sfera celeste.*

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A senza ZodA</i>	<i>B senza ZodB</i>	<i>ZodA</i>	<i>ZodB</i>	<i>M</i>	<i>D</i>	<i>C</i>
<i>A</i>	=	+	+ =	+	- =	+	+	+	+
<i>B</i>	-	=	-	+	-	-	-	+	+
<i>A senza ZodA</i>	- =	+	=	+	- =	+	+	+	+
<i>B senza ZodB</i>	-	-	-	=	-	-	-	- =	+
<i>Zod A</i>	+ =	+	+ =	+	=	+	+	+	+
<i>Zod B</i>	-	+	-	+	-	=	- =	+	+
<i>M</i>	-	+	-	+	-	+ =	=	+	+
<i>D</i>	-	-	-	+ =	-	-	-	=	+
<i>C</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	=

TABELLA 2.7. *Il confronto della densità delle informata per le varie parti dell'atlante stellare dell'Almagesto.*

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A senza ZodA</i>	<i>B senza ZodB</i>	<i>ZodA</i>	<i>ZodB</i>	<i>M</i>	<i>D</i>	<i>C</i>
<i>A</i>	=	+	+	+	-	+	+	+	+
<i>B</i>	-	=	+	+	-	-	+	- =	+
<i>A senza ZodA</i>	-	-	=	+	-	-	+	-	+
<i>B senza ZodB</i>	-	-	-	=	-	-	+ =	-	+
<i>Zod A</i>	+	+	+	+	=	+	+	+	+
<i>Zod B</i>	-	+	+	+	-	=	+	+	+
<i>M</i>	-	-	-	- =	-	-	=	-	+
<i>D</i>	-	+ =	+	+	-	-	+	=	+
<i>C</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	=

TABELLA 2.8. *Il confronto dei numeri di versione delle coordinate stellari relative per le varie aree dell'atlante stellare dell'Almagesto, tenendo conto delle molteplicità.*

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A senza ZodA</i>	<i>B senza ZodB</i>	<i>ZodA</i>	<i>ZodB</i>	<i>M</i>	<i>D</i>	<i>C</i>
<i>A</i>	=	+	+ =	+	- =	- =	+	+	-
<i>B</i>	-	=	-	+	-	-	-	-	-
<i>A senza ZodA</i>	-	+	=	+	- =	- =	+	+	-
<i>B senza ZodB</i>	-	-	-	=	-	-	-	-	-
<i>Zod A</i>	+ =	+	+ =	+	=	- =	+	+	-
<i>Zod B</i>	+ =	+	+ =	+	+ =	=	+	+	-
<i>M</i>	-	+	-	+	-	-	=	+	-
<i>D</i>	-	+	-	+	-	-	-	=	-
<i>C</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	=

TABELLA 2.9. Il confronto dei numeri di versione delle coordinate stellari relative per le varie aree dell'atlante stellare dell'Almagesto, senza le molteplicità.

	A	B	A senza Zoda	B senza ZodaB	Zoda	ZodaB	M	D	C
A	=	+	=	+	+	+	+	+	-
-B	-	=	-	+	-	-	=	-	-
A senza Zoda	+=	+	=	+	+=	+=	+	+	+
B senza ZodaB	-	-	-	=	-	=	-	-	-
Zoda	-	+	=	+	=	=	+	+	-
ZodaB	-	+	=	+	+=	=	+	+	-
M	-	+=	-	+	-	-	=	≈	-
D	-	+	-	+	-	-	≈	=	-
C	+	+	=	+	+	+	+	+	=

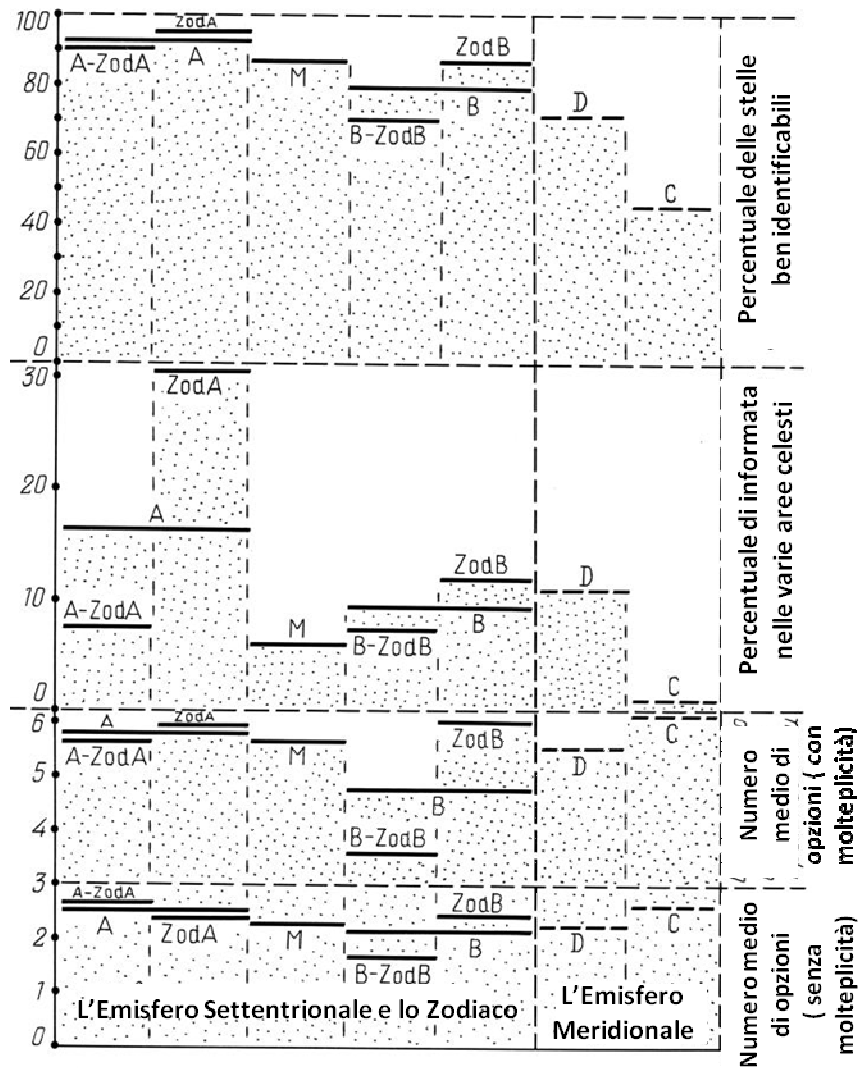


Figura 2.23. Grafico in cui si può vedere contemporaneamente quanto segue: 1) la distribuzione di qualunque percentuale di stelle identificate con affidabilità comprese nel catalogo dell'Almagesto; 2) la percentuale delle informata nelle varie aree della sfera celeste dell'Almagesto, 3) il numero medio delle opzioni delle coordinate stellari nei vari manoscritti dell'Almagesto, con le molteplicità, 4) il numero medio delle opzioni delle coordinate, senza le molteplicità. Si può ben vedere che, per quanto riguarda l'Emisfero Boreale, tutti e quattro i grafici della densità sono ben correlati tra loro.

L'implicazione è che quando osserviamo la TABELLA 2.6, possiamo tranquillamente dire in modo affidabile che la percentuale delle stelle ben identificabili è comparativa per ogni coppia di aree. La TABELLA 2.6 è una rappresentazione compatta della distribuzione della densità in tutte le aree della carta stellare sopra descritta.

Le successive tre tabelle si basano sullo stesso principio. La TABELLA 2.7 mostra la densità di distribuzione delle *informata* nell'atlante stellare dell'*Almagesto*, mentre la TABELLA 2.8 ci dà l'opportunità di confrontare la densità delle versioni delle coordinate stellari dell'*Almagesto* per le diverse aree celesti. Le versioni che formano questa tabella sono state calcolate con le molteplicità, il che significa che se la stessa versione venisse rilevata più volte, l'intero importo aumenterebbe di conseguenza. Se volessero escludere le molteplicità, ossia contare semplicemente ogni versione alla volta, il risultato sarebbe una presentazione comparativa della quantità delle versioni delle relative coordinate per le diverse aree dell'atlante stellare dell'*Almagesto*, vedi la TABELLA 2.9.

Le tabelle 2.6-2.9 rendono ovvio che la distribuzione dei più e dei meno è praticamente uguale, il che implica una buona correlazione tra i seguenti quattro valori:

- 1) la percentuale di stelle identificabili con affidabilità in una data area della carta stellare dell'*Almagesto*;
- 2) la densità delle *informata* nell'area in questione della carta stellare dell'*Almagesto*;
- 3) la densità delle versioni delle coordinate stellari con le molteplicità;
- 4) la densità delle versioni delle coordinate stellari senza le molteplicità.

In particolare, maggiore è la densità di *informata* e la densità della versione delle coordinate in una determinata area, più affidabile sarà l'identificazione delle stelle situate in essa.

L'implicazione è che non possiamo interpretare le versioni delle coordinate presentate nei 26 manoscritti dell'*Almagesto*, esclusivamente come errori degli scribi. Se fosse stato questo il caso, ci avrebbe portato a priori a formulare delle false affermazioni che la crescita del tasso di errore in una determinata area si traduce in una migliore identificazione della stella. Dobbiamo quindi respingere l'ipotesi che questa abbondanza di versioni sia attribuibile alla noncuranza degli scribi. In questo caso, l'unica spiegazione ragionevole dell'effetto scoperto può essere spiegata come segue.

La moltitudine delle diverse versioni di coordinate stellari nei manoscritti dell'*Almagesto* risulta essere indipendente dalle osservazioni stellari eseguite più volte da un osservatore o da un gruppo di osservatori. A causa dell'imprecisione degli strumenti utilizzati per queste osservazioni, i risultati differiscono spesso l'uno dall'altro. Più erano le misurazioni delle coordinate di una determinata stella, più erano le versioni che venivano messe nei manoscritti. Pertanto, le aree della carta stellare con un'alta densità di versione delle coordinate sono quelle le cui stelle furono osservate più volte e le cui coordinate vennero misurate di nuovo; in altre parole, queste aree beneficiarono maggiormente dell'attenzione dei ricercatori rispetto alle altre. È ovvio che se a una determinata regione celeste veniva prestata più attenzione, più affidabili erano le identificazioni delle stelle che conteneva. Come dimostreremo nei capitoli successivi del nostro libro, le coordinate di quelle stelle furono effettivamente misurate molto meglio della media per l'epoca di Tolomeo.

Pertanto, se volessimo semplificare un po' la situazione, ci sarebbero le ragioni per presumere che i 26 manoscritti fondamentali dell'*Almagesto* sono in gran parte delle "bozze", piuttosto che delle copie meccaniche. Successivamente vennero utilizzati per la creazione del testo canonico finale. La versione di Scaligero sull'origine di questi manoscritti non concorda con le nostre conclusioni. Infatti, perché gli scribi medievali avrebbero copiato per secoli delle "bozze" insieme alla "versione finale"? Sarebbe molto più sensato presumere che entrambi risalgano approssimativamente alla stessa epoca e che il numero delle copie era tutt'altro che grande. Ribadiamo che le osservazioni eseguite in questo modo non saranno utilizzate nella nostra ricerca; sono solo un mucchio di

domande che nascono spontaneamente e che vogliono dimostrare le diverse possibili spiegazioni dell'effetto che abbiamo scoperto, niente di più.

Infine, riportiamo la **Figura 2.23** dove uniamo tutti i suddetti grafici della distribuzione della densità in uno. La dipendenza tra i vari grafici è ovvia.

8. In riferimento all'affidabilità delle misurazioni latitudinali e longitudinali contenute nell'*Almagesto*.

8.1. Secondo Robert Newton, le longitudini dell'*Almagesto* vennero ricalcolate da qualcuno; tuttavia questo sospetto non nasce fintanto che sono coinvolte le rispettive latitudini.

Cominciamo con il commentario fatto dall'astronomo R. Newton in riferimento alla precisione delle misurazioni nell'*Almagesto*. In linea generale, siamo del parere che le sue osservazioni siano applicabili a uno spettro di questioni molto più ampio. Newton ci fornisce davvero il resoconto molto diretto di uno scenario piuttosto meschino riguardo le letture e le interpretazioni di un gran numero di documenti astronomici “antichi”. Fa anche riferimento al “cosiddetto principio dell'immortalizzazione dell'errore”, che può essere formulato come segue. “Mettiamo che l'errore dell'autore *A* venga pubblicato e che un successivo autore *B* faccia in qualche modo riferimento ad esso ritenendo vera quella dichiarazione errata. Per cui l'errore viene immortalato nella letteratura scientifica e diventa impossibile cancellarlo. Si può difficilmente rimanere seri quando si viene a sapere che non esistono eccezioni per questa regola; tuttavia, ci sono un gran numero di esempi che seguono questo principio: è molto probabile che i lettori siano a conoscenza di parecchi di loro” ([614], pagina 165).

Sembra che stia accadendo qualcosa di simile con l'interpretazione scaligeriana dell'*Almagesto*, in particolare con la sua datazione. L'analisi della versione di Scaligero, che fa risalire il testo all'inizio della nuova era, necessita di un nuovo studio del suo contenuto. Si tratta di un problema scientifico complesso che richiede molto lavoro. Nella nostra ricerca eseguiamo una parte significativa di questo lavoro, per cui il lettore avrà l'opportunità di valutarne la complessità. La difficoltà principale è che bisogna arrivare proprio alle radici delle dichiarazioni e opinioni scientifiche in questione. Sembra che la stragrande maggioranza fu inizialmente fatta con il presupposto a priori o taciturno che l'*Almagesto* risalga ai primi secoli dell'era dopo Cristo. I nostri “scavi” avevano bisogno che il materiale di partenza venisse analizzato, cosa che richiese molto lavoro.

Torniamo ora al problema riguardo la complessità delle misure latitudinali e longitudinali. Nel Capitolo 1 abbiamo già spiegato che la natura stessa delle coordinate eclittiche ed equatoriali permette di misurare le latitudini in modo più sicuro delle longitudini.

Inoltre l'uso dell'*armilla*, ad esempio, può generare degli errori se l'astronomo crea un'inclinazione sbagliata dell'eclittica. La questione è che l'osservatore deve determinare l'angolo tra l'eclittica e l'equatore e quindi adattarlo per poter utilizzare uno strumento per la misurazione delle coordinate stellari: per esempio, deve regolarlo in conformità con l'inclinazione dell'eclittica trovata in precedenza. In generale, un'*armilla* può essere regolata con qualsiasi oggetto di cui si conosca la latitudine e la longitudine. Per questo scopo Tolomeo usava spesso la Luna. Ciò rende possibile calcolare le coordinate di qualsiasi altro oggetto che potrebbe interessarci. Tuttavia, come R. Newton ha fatto bene a far notare, in questo caso le imprecisioni nella determinazione delle coordinate dell'oggetto noto, portano automaticamente al calcolo errato delle coordinate del secondo oggetto ([614], pagina 151). Occorre anche tener costantemente presente che nel caso dell'*Almagesto* abbiamo a che fare con delle copie in cui i numeri sono stati trascritti come lettere,

cosa che spesso causava confusione. Ad esempio, secondo gli astronomi R. Newton ([614], pagina 215), Peters e Knobel ([1339]), si poteva facilmente confondere le “antiche” cifre greche 1 e 4, a causa del fatto che la cifra 1 veniva trascritta come α e una delle sue vecchie forme ampiamente utilizzate erano molto simili alla lettera δ , che significava 4; da qui la confusione.

A questo riguardo occorre fare un'osservazione importante. La nostra ricerca si basa sulla versione canonica del catalogo stellare dell'*Almagesto* tradotta nell'opera di Peters e Knobel ([1339]). Come sottolinea R. Newton, “l'attento confronto dei vari manoscritti spesso rivela gli errori commessi nel processo della copiatura multipla e offre al ricercatore un'opportunità per correggerli. Peters e Knobel hanno studiato la *Sintassi* [*Almagesto* - autore] con la massima attenzione; è possibile che la loro versione del catalogo sia la più precisa di tutte” ([614], pagina 216).

Useremo anche l'analisi dettagliata eseguita dall'astronomo Robert Newton nell'enorme e speciale capitolo IX del suo libro ([614]), per valutare l'affidabilità delle longitudini e delle latitudini come indicate nell'*Almagesto*. Ometteremo i dettagli pertinenti all'analisi statistica condotta da R. Newton e citeremo semplicemente i suoi risultati.

R. Newton scrisse che “nel catalogo stellare, molto probabilmente le latitudini vennero misurate da un solo osservatore che impiegò un unico strumento” ([614], pagina 253). Inoltre: “le latitudini edotte dalle osservazioni furono inserite nel catalogo senza alcuna modifica (è comunque possibile che ci siano stati degli errori di trascrizione)” ([614], pagina 249). Secondo R. Newton, le latitudini del catalogo stellare dell'*Almagesto* sono un corpus di materiale abbastanza affidabile, ottenuto a seguito delle effettive osservazioni eseguite da Tolomeo o da uno dei suoi predecessori (Ipparco, per esempio). Questo concorda perfettamente bene con le informazioni citate sopra, le quali mostrano che le misurazioni latitudinali sono molto più semplici come procedura che quelle longitudinali; pertanto, la latitudine stellare è una coordinata misurabile in modo più affidabile.

L'immagine con le longitudini è drasticamente diversa. R. Newton afferma che “le longitudini non venivano dedotte da un qualunque tipo di osservazione ... i valori longitudinali venivano fabbricati” ([614], pagina 249). Inoltre: “la moltitudine delle longitudini contenuta nel catalogo stellare è altamente improbabile che sia stata determinata dalle osservazioni” ([614], pagina 250). Abbiamo già spiegato ai lettori che le misurazioni delle longitudini dell'eclittica si rivelano essere una procedura molto più sofisticata e complessa rispetto a quella delle latitudini. Inoltre, si presume che nel catalogo dell'*Almagesto* le longitudini vennero fornite nel 137 d.C. Questa interpretazione di una data scelta a priori è abbastanza semplice; tutto ciò che bisogna fare è aggiungere una qualche costante comune alle longitudini dell'eclittica di tutte le stelle. Questa costante è proporzionale alla precessione e dipende da quanto vecchie vuol far sembrare le longitudini il compilatore del catalogo. R. Newton è del parere che le longitudini originali ricavate sperimentalmente dall'antico osservatore, vennero successivamente ricalcolate di nuovo da qualcun altro. Questa è la sua soluzione fondamentale basata sull'analisi di quanto frequentemente compaiono i gradi delle frazioni nel catalogo: “Le longitudini vennero modificate. I risultati delle osservazioni furono aumentati di alcuni gradi e 40 minuti” ([614], pagina 249). Questa operazione (l'aggiunta di un certo numero di gradi il cui valore potrebbe essere positivo o negativo, con un paio di frazioni) potrebbe far guadagnare o perdere al catalogo un'età considerevole, per volere del suo compilatore o falsificatore. Tenete presente che un'operazione del genere sarebbe stata del tutto impossibile con le latitudini o, per lo meno, molto più complicata. Tuttavia, se volessimo basare la nostra ricerca solo sull'analisi delle longitudini nelle copie esistenti dell'*Almagesto*, non potremmo determinare esattamente quanti gradi furono aggiunti o sottratti dalle longitudini iniziali. R. Newton sottolinea proprio la stessa cosa: “La distribuzione effettiva delle frazioni di grado non ci dice nulla su quanti siano stati i gradi aggiunti alla longitudine iniziale da Tolomeo” ([614], pagina 251).

A parte la semplice operazione di spostare tutte le lunghezze per il numero sconosciuto di gradi menzionato sopra, R. Newton ha scoperto le tracce di ricalcoli longitudinali più fini ([614], pagine 246-247). Pertanto, qualcuno aveva condotto un'ampia mole di lavoro nel ricalcolare le longitudini osservate inizialmente. Pertanto, l'elenco moderno delle longitudini che troviamo nell'*Almagesto*

non rappresenta il vero materiale osservativo, ma è piuttosto un risultato scaturito da un'elaborazione piuttosto complessa, destinata ad aiutare a raggiungere un certo fine. Secondo N. A. Morozov, per esempio, questo fine potrebbe essere formulato nel fornire al catalogo una quantità arbitraria di età extra; in altre parole, ci troviamo davanti a una falsificazione. Tuttavia, ci asterremo a priori dal prendere le parti di qualcuno e analizzeremo le longitudini e latitudini sia insieme che separatamente.

Concludiamo con un'altra conclusione fatta da R. Newton: “Abbiamo un'immagine completamente diversa tramite le longitudini [rispetto alle latitudini - autore]. Non può essere data nessuna spiegazione plausibile alla distribuzione della frazione nella longitudine, indipendentemente che le osservazioni siano state eseguite o meno da una sola persona, che per lo scopo utilizzò un solo strumento” ([614], pagine 146-247).

8.2. Gli esempi i quali dimostrano che la datazione del catalogo stellare attraverso la precessione longitudinale spesso porta a grandi errori. I cataloghi medioevali cataloghi sono soggetti a essere erroneamente datati a un'epoca antidiluviana.

Per la datazione dei cataloghi, la versione scaligeriana dell'astronomia usa spesso il seguente metodo apparentemente semplice. Le longitudini dell'eclittica delle stelle di un vecchio catalogo vengono confrontate con quelle moderne. La differenza che ne deriva, che è all'incirca la stessa per tutte le stelle, viene quindi divisa per il valore della precessione, che equivale a circa 50 secondi all'anno o un grado in 70 anni. Ecco come gli storici determinano la rimanenza tra le date del catalogo moderno e quelle contenute nel vecchio. In particolare, questo metodo consente di “dedurre” le coordinate dell'eclittica dall'edizione del 1538 dell'*Almagesto*, in quanto sono uguali a quelle che corrispondono approssimativamente all'inizio dell'epoca dopo Cristo.

Tuttavia, il “metodo” sopra descritto sottintende l'implicazione che il compilatore del vecchio catalogo contava le longitudini dell'eclittica dal punto dell'equinozio primaverile della sua era, ossia nell'epoca in cui furono condotte le osservazioni stellari. Se fosse stato sempre così, il residuo risultante accumulato a oggi potrebbe davvero essere considerato il risultato della precessione. Supponendo che ciò sia vero, il metodo descritto sopra ci darebbe davvero la data approssimativa di creazione del vecchio catalogo. Tuttavia, è importante sottolineare che in effetti non era una caratteristica di tutti gli autori antichi, quella di usare il punto dell'equinozio primaverile della propria epoca come punto di riferimento iniziale.

Soffermiamoci per un po' su quanto detto sopra. Non si deve aver l'impressione che gli astronomi di un'epoca recente come il XVI-XVII secolo, calcolassero necessariamente le longitudini proprio nello stesso modo degli astronomi moderni. Parleremo ai lettori della famosa opera *Cometography* dell'autore medievale Stanislaw Lubienietzki, pubblicata nel 1681: S. Lubienietzki, *Historia Universalis Omnium Cometarum* ([1257]). Questo libro è noto per essere stato scritto nel XVII secolo. Elenca molte comete osservate fino all'anno 1680. Lubienietzki apparteneva alla scuola degli astronomi del XVII secolo, per cui ha preceduto la nostra epoca di soli 300 anni. Diamo un'occhiata più da vicino al modo in cui Lubienietzki calcolò le longitudini sulle sue carte stellari. Scopriamo che come meridiano celeste iniziale usò il meridiano che attraversava la stella γ dalla costellazione dell'Ariete, vedi la **Figura 2.24**. La “curva sinusoidale” che sta per l'equinoziale, ovvero l'equatore celeste in questa proiezione, qui viene direttamente indicato con “Aequator”, che è il mito che vediamo sopra gli alberi della nave degli Argonauti nella costellazione di Argo Navis, molto vicina all'estremità destra della mappa e ancora una volta vicina alla costellazione di Ofioco in prossimità dell'estremità sinistra della mappa, vedi la **Figura 2.24**. L'eclittica è rappresentata da una spessa linea orizzontale divisa in gradi. Si può vedere perfettamente che l'eclittica e l'equatore si incrociano proprio dove si trova il confine della mappa, nella stella γ della costellazione dell'Ariete. Non ci possono essere dubbi al riguardo (vedi le **Figure 2.25** e **2.26**).

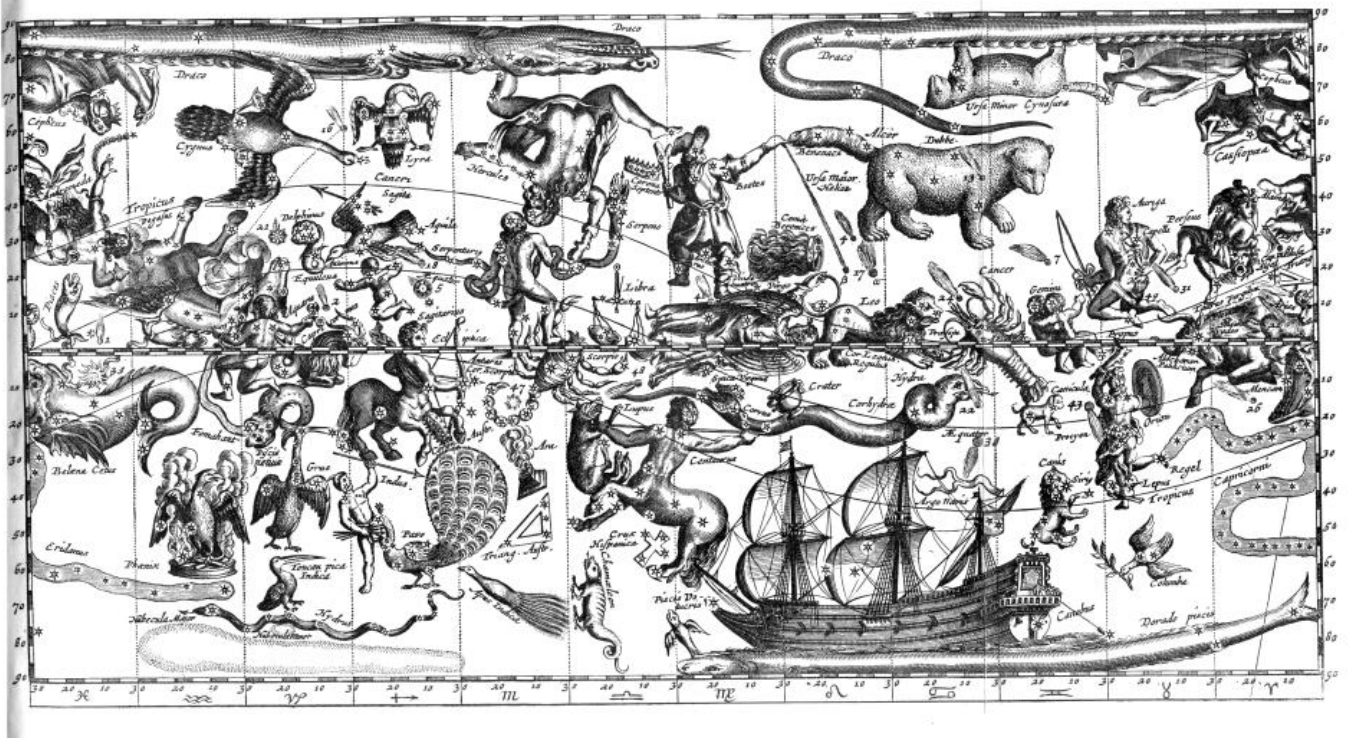


Figura 2.24. Carta astrale da un libro del XVII secolo di Stanislaw Lubienietzki. Si può vedere che la stella Gamma dell'Ariete è stata scelta come punto di riferimento longitudinale iniziale. Qui è dove l'equinoziale attraversa l'eclittica. Tratta da [543], inserita tra le pagine 26 e 27.



Figura 2.25. Frammento. Lato destro della carta di Lubienietzki, dove l'equinoziale attraversa l'eclittica vicino alla stella Gamma dell'Ariete (1257). Tratta da [543], inserita tra le pagine 26 e 27.



Figura 2.26. Frammento. Lato sinistro della carta di Lubienietzki, dove l'equinoziale attraversa l'eclittica vicino alla stella Gamma dell'Ariete. Tratta da [543], inserita tra le pagine 26 e 27.

Pertanto, tutte le longitudini stellari indicate da S. Lubienietzki erano più piccole di circa 7 gradi di quelle che troviamo nella versione greca dell'*Almagesto* del 1538 (vedere anche le rispettive tabelle comparative come pure le carte vere e proprie in [544], Volume 4, pagine 233-234, e anche in [543], inserite tra le pagine 26 e 27).

Torniamo alla strana "logica" degli storici pro Scaligero, che sostengono con molta persistenza e persino ostinazione, la loro datazione dell'*Almagesto* tramite le longitudini dell'edizione greca, implicando così che Lubienietzki calcolò le coordinate partendo dal punto dell'equinozio

primaverile della sua epoca. In tal caso, il suo libro dovrebbe essere datato al V secolo a.C., poiché qui è quando “il punto dell'equinozio di primavera si trovava davvero vicino alle prime stelle della costellazione dell'Ariete, vedi il caso di Lubienietzki”, secondo il commento adeguato di N. A. Morozov [544], Volume 4, pagina 33. Tuttavia, il libro di Lubienietzki fu scritto nel XVI secolo!

Il conseguente corollario assurdo è un'altra prova di quanto bisogna essere cauti quando si ha a che fare con il “metodo di datazione” sopra descritto che, ci sentiamo obbligati a ribadirlo, è sempre stato utilizzato dagli storici pro Scaligero nel caso dell'edizione greca dell'*Almagesto*.

Tutto quanto sopra implica lucidamente che gli astronomi del XV-XVII secolo d.C. non erano ancora arrivati a un qualsiasi tipo di accordo unificato relativo al punto iniziale di riferimento per il calcolo della longitudine. L'epoca dell'unificazione arrivò dopo un po'. Ogni astronomo sceglieva il proprio punto di riferimento, guidato dalle proprie considerazioni. Lubienietzki, per esempio, per questo scopo usò le prime stelle della costellazione dell'Ariete. Per quanto riguarda l'edizione greca dell'*Almagesto*, le coordinate stellari vennero contate dal meridiano che attraversava l'eclittica nel punto in cui la distanza longitudinale dalla stella γ dell'Ariete era uguale a $6^{\circ}40'$.

Il caso di Lubienietzki non è affatto unico. Il catalogo stellare compilato da Copernico ci offre un esempio ancor più impressionante. Anche Copernico contò le longitudini iniziando con la γ dell'Ariete, proprio come Lubienietzki (o piuttosto, quest'ultimo seguì la tradizione di Copernico). L'unica differenza è che nel catalogo di Copernico la γ dell'Ariete occupa la longitudine zero ([1076]). Quest'ultimo fornisce le sue coordinate pari a 0 gradi 0 minuti di longitudine e 7 gradi 20 minuti di latitudine (vedi [544], Volume 4, pagine 224 e 227). Quindi, se decidessimo di “datare” il catalogo di Copernico usando il “metodo di Scaligero” sopra descritto, lo faremmo risalire a un'epoca immemorabile, che sarebbe perfettamente sbagliato visto che si presume che Copernico sia vissuto nel XV-XVI secolo (1473-1543).

Pertanto, la precessione delle longitudini stellari dell'eclittica non può servire per la datazione sicura di un qualsivoglia catalogo.

I vari punti di riferimento iniziali, utilizzati per il calcolo della longitudine nelle opere degli autori del XVI-XVII secolo come indicato sopra, non dovrebbero sorprenderci affatto. C'erano molte diverse scuole astronomiche all'alba di questa disciplina, che spesso erano in competizione tra loro e avevano delle regole diverse per la compilazione di un catalogo. È possibile che ciascuna di quelle scuole rimase fedele alla propria tradizione, che specificava le leggi per la scelta dei punti base, dei punti di riferimento e così via. Le considerazioni per quel tipo di scelta devono essere state astronomiche, religiose o di natura completamente diversa.

Fu solo quando l'astronomia si sviluppò in una scienza ormai cresciuta, che ci si rese conto della necessità di un sistema unificato di indicazioni e concetti, e che il linguaggio astronomico doveva diventare più uniforme. In particolare, il punto dell'equinozio di primavera fu concordato come il punto di riferimento iniziale (invisibile, a dir il vero; inoltre, la sua posizione celeste cambia con il passare del tempo). Questo punto non può essere fissato a qualche stella situata nelle vicinanze. Pertanto non è certo sorprendente che alcuni astronomi medievali usavano una stella vera come riferimento, anziché il punto dell'equinozio: la stella γ dell'Ariete, per esempio.

Mentre studiamo il catalogo stellare dell'*Almagesto* nel nostro libro (lo stesso vale per gli altri vecchi cataloghi stellari), ci assicuriamo che la nostra ricerca non dipenda in alcun modo da presunzioni che riguardano il particolare punto di riferimento longitudinale utilizzato dal compilatore del catalogo. Dopo tutto, non ci sono quelle indicazioni nei veri cataloghi stellari. I nostri contestatori potrebbero controbattere dicendo che il riferimento diretto alla scelta del punto equinoziale per la misurazione delle longitudini, lo si può trovare ovunque nell'*Almagesto*.

Tuttavia, se volessimo essere guidati da quelle nozioni, ciò implicherebbe l'uso di alcune informazioni “estrane” o straniere che, come dobbiamo sottolineare, non sono contenute nel catalogo stellare. Tuttavia, il nostro obiettivo è quello di datare il catalogo con le sue caratteristiche

interne senza citare alcuna fonte esterna. Per quanto riguarda la questione di determinare la datazione dei testi rimanenti insieme alla sua genesi, è un problema a sé stante, uno di quelli che non possiede un'unica soluzione affidabile (vedi [544] e [614]).

9. La dubbia natura dell'opinione tradizionale secondo la quale il testo di Tolomeo implica l'esecuzione di vere "osservazioni", così come la sua "partecipazione personale" alle misurazioni e alle osservazioni astrali descritte nell'*Almagesto*.

Il testo di Tolomeo non può in alcun modo sottintendere la veridicità dell'opinione consensuale, vale a dire che tutte le osservazioni e le misurazioni contenute nell'*Almagesto* furono eseguite dall'autore di persona. Il testo effettivo consente diverse interpretazioni. Tuttavia, è molto probabile che ciò che stiamo vedendo qui rappresenta il risultato del lavoro di moltissimi astronomi e non il resoconto di un singolo autore riguardo le sue osservazioni.

A parte questo, l'*Almagesto* fondamentalemente è un manuale o una guida per giovani astronomi e scienziati in generale, che contiene le descrizioni di vari metodi di osservazione, una sorta di enciclopedia astronomica medievale. Ecco alcuni esempi a conferma di questo. Useremo l'edizione dell'*Almagesto* di Toomer ([1358]).

Nella sua descrizione del cerchio di transito nel Capitolo 1, Tolomeo ci dice quanto segue: "Abbiamo realizzato un anello di bronzo della misura adatta [esattamente di che dimensioni? - autore] ...per usarlo come cerchio di transito, quindi l'abbiamo diviso in 360 parti [gradi]; ognuna di queste venne divisa in tante parti quante erano le dimensioni consentite dallo strumento [quante? - autore] ... Inoltre, abbiamo scoperto un metodo più semplice per condurre le misurazioni, forgiando una parete di pietra o di legno [?! - autore] da utilizzare al posto degli anelli" ([1358], pagine 61 e 62).

Ciò che vediamo qui ovviamente differisce dalla descrizione di un vero dispositivo utilizzato per le misurazioni da parte del solo Tolomeo, o da lui con la sua squadra. Come si potrebbero spiegare le espressioni ambigue "della misura adatta", "tante parti quante erano le dimensioni consentite dallo strumento", o "una parete di pietra o di legno"? Veramente, era di pietra o di legno?

Tutto andrebbe a suo posto se ce la rimuovessimo l'opinione intrinseca scaligeriana e ci rendessimo conto che quello che abbiamo davanti non è il resoconto fatto da un osservatore, ma piuttosto un manuale enciclopedico che spiega a un potenziale studente o scienziato la costruzione di vari strumenti; diversi metodi di come condurre una ricerca, ecc...

Considerate il seguente passaggio dell'*Almagesto*, per esempio: "Prima di [del regno di] Antonino, quando abbiamo condotto la maggior parte delle osservazioni sulla posizione delle stelle immobili" ([1358], pagina 328). L'astronomia di Scaligero legge l'implicazione che in questa frase Tolomeo sta affermando la responsabilità personale per le osservazioni eseguite all'inizio del regno di Antonino Pio. La datazione di Scaligero di questo imperatore è il 138-161 d.C. Tuttavia, la frase di Tolomeo è piuttosto vaga e consente interpretazioni diverse. In primo luogo, chi siamo i "noi" che condussero le osservazioni? Tolomeo stesso o i suoi predecessori della stessa scuola scientifica? Inoltre, a cosa esattamente si sta riferendo con "la maggior parte delle osservazioni"? L'uso del "noi" deve essere considerato come un tratto distintivo dello stile letterario dell'autore dell'*Almagesto*, piuttosto che all'indicazione di una sua partecipazione effettiva alla ricerca; è anche possibile che furono gli autori della truffa del XVI-XVII secolo, con l'intenzione di creare un'impressione che il lavoro in questione fu scritto per descrivere la ricerca di una sola persona.

Ad esempio, prendiamo in considerazione le parole scelte da Tolomeo come introduzione al catalogo stellare dell'*Almagesto*. Sarebbe naturale aspettarsi che l'autore/osservatore che ha condotto

lo studio si ponga delle domande per fornire delle descrizioni dettagliate su come sono state eseguite le sue ricerche, quali sono state le stelle che ha scelto come riferimento ecc... Niente del genere. Il testo di Tolomeo è molto vago:

“Di nuovo, lo stesso strumento [l'astrolabon- autore] permette di osservare tante stelle quante sono umanamente possibile, comprese quelle di sesta magnitudine. Abbiamo sempre diretto il primo anello alla stella luminosa più vicina, la cui posizione rispetto alla luna era già stata calcolata” ([1358], pagina 399).

Questo è seguito dalla descrizione del metodo utilizzato per i calcoli delle coordinate stellari quando la longitudine viene misurata per mezzo di stelle relativamente luminose e la latitudine è in relazione all'anello dell'eclittica dell'astrolabon. Questa descrizione viene fornita ancora una volta in modo piuttosto generale ed è seguita da una frase davvero notevole:

“Al fine di rappresentare le stelle in una solida cosmosfera secondo il metodo sopra descritto, abbiamo sistemato le stelle in una tavola a quattro colonne” ([1358], pagina 340). Più avanti troviamo le spiegazioni delle indicazioni utilizzate nella tavola. La “tavola” in questione è il famoso catalogo stellare. Perciò, abbiamo scoperto che il catalogo di Tolomeo è stato creato con lo scopo principale di usarlo per la creazione di una cosmosfera.

Lo diciamo nuovamente, assomiglia molto a un manuale. “Se si vuole creare un globo, bisogna fare questo e quello”. A proposito, Tolomeo fa un altro riferimento all'imperatore Antonino nella sua descrizione della “tavola”, ossia del catalogo: “Nella seconda colonna si trova il valore longitudinale che è stato dedotto dalla ricerca [condotta da uno scienziato anonimo - autore] all'inizio del regno di Antonino ([1358], pagina 340). Ancora una volta, non è necessario interpretare le parole di Tolomeo come la prova che condusse personalmente le osservazioni all'epoca di Antonino. Questa frase può essere anche interpretata nel modo seguente: un osservatore tardo medievale compilò il catalogo con i valori corrispondenti al regno di Antonino. A proposito, l'*Almagesto* non ci fornisce alcuna datazione per il regno di Antonino. Come già sappiamo, l'azione più semplice che può essere intrapresa al fine di compilare un catalogo con qualsiasi coordinata dell'eclittica nota a priori e appartenente a un'epoca antica, è la sottrazione di un appropriato valore costante dalle longitudini originali. Inoltre, questa nostra spiegazione viene esplicitamente confermata dal testo dell'*Almagesto*! Tolomeo continua il suo pensiero proprio lì: “I valori latitudinali rimangono sempre immutabili; per quanto riguarda i valori longitudinali [contenuti nel catalogo dell'*Almagesto* - autore], questi consentono di fare dei facili calcoli longitudinali anche per altri periodi temporali, per i quali la distanza tra l'epoca attuale e il periodo desiderato deve essere ricalcolata ipotizzando una velocità di alterazione pari a 1 grado ogni 100 anni. Il valore risultante dovrà quindi essere sottratto da quello dell'epoca attuale per poter ottenere una data nel passato, o aggiungerlo ad esso per una data nel futuro” ([1358], pagina 340).

Pertanto, Tolomeo offre una spiegazione perfettamente chiara di come si deve spostare il catalogo stellare nel tempo sottraendo la costante che lo avrebbe reso “più antico”, o aggiungendola per ottenere l'effetto opposto. Ancora una volta, è molto simile a un libro di testo in cui si spiega la tecnica per la datazione e la ridatazione dei cataloghi stellari agli studenti. Questo libro potrebbe anche essere stata una fonte utile per tutte le linee guida necessarie nel XVI-XVII secolo d.C., considerando soprattutto il fatto che la costruzione di una cosmosfera come descritta nell'*Almagesto* non ha bisogno di valori longitudinali assoluti, vale a dire che vengono contati da una stella immobile scelta arbitrariamente. Per questo scopo, Tolomeo suggerisce di usare Sirio ([1358], pagina 405).

A quanto pare, i valori assoluti delle latitudini eclittiche stellari, nell'astronomia di Scaligero non sono mai stati usati. Pertanto, il punto di riferimento longitudinale veniva scelto più o meno arbitrariamente. Copernico, per esempio, dopo aver copiato il catalogo dell'*Almagesto* nel Volume 6 del suo *Revolutionibus Orbium Caelestium*, in qualche circostanza conta le latitudini dalla stella γ

della costellazione dell'Ariete, che si trovava alla distanza di 27° dal punto dell'equinozio di primavera all'epoca di Copernico.

Bisogna sottolineare che, come ci dice la storia dell'astronomia, pare che il lavoro di Copernico non venne "apprezzato" fino a un secolo dopo la sua morte, nell'epoca di Keplero, il XVII secolo ([614], pagina 328). Date un'occhiata al Capitolo 10 per maggiori dettagli. Possiamo quindi porci la domanda legittima riguardo la data esatta in cui è stato scritto o modificato il libro che ai nostri giorni viene attribuito a Copernico. Potrebbe essere stato all'inizio del XVII secolo e non nel XVI? In altre parole, nell'epoca di Keplero?

10. Quale punto dell'eclittica utilizzò Tolomeo come riferimento longitudinale?

Come già sappiamo, la scelta del punto di riferimento iniziale per il conteggio della longitudine influenza la datazione della precessione longitudinale del catalogo in misura sostanziale. Conduciamo uno studio più approfondito sulla questione di quale punto dell'eclittica fu usato da Tolomeo per i calcoli longitudinali nel suo catalogo. Si presume tradizionalmente che per questo scopo usò il punto dell'equinozio di primavera, come molti altri astronomi tardo medioevali.

Abbiamo scoperto che se per questo scopo volessimo usare solo il testo dell'*Almagesto*, la questione del punto di riferimento iniziale descritto da Tolomeo sarebbe tutt'altro che semplice ed impossibile da essere risolta senza controversie. Torniamo all'*Almagesto* per fornire le citazioni pertinenti.

Tolomeo scrive che "dovremo usare i nomi dei segni zodiacali per riferirci alle corrispondenti dodici parti del cerchio inclinato che dovranno iniziare nei punti degli equinozi e dei solstizi. La prima dodicesima parte che inizia nel punto dell'equinozio di primavera e la cui direzione è contraria a quella dell'Universo, sarà conosciuta come Ariete, la seguente come Toro ..." (II: 7-[704], pagina 45). I segni in questione sono semplicemente gli archi dello Zodiaco, non le longitudinali stellari. Inoltre, quando Tolomeo ci parla delle longitudini, descrive la seconda colonna (longitudinale) del suo catalogo stellare come segue: "Nella seconda colonna abbiamo trovato le loro [riferendosi alle stelle - autore] posizioni longitudinali edotte dalle osservazioni condotte all'inizio del regno di Antonino. Queste posizioni si trovano all'interno dei segni zodiacali; l'inizio di ogni quadrante zodiacale viene determinato da un solstizio o da un equinozio, vedi sopra" (VII: 4, [1358], pagina 340).

In effetti, le longitudini stellari dell'*Almagesto* sono indicate separatamente per ogni segno o arco dello zodiaco uniforme e sono state calcolate dall'inizio del rispettivo segno o arco. In altre parole, le longitudinali stellari che troviamo nell'*Almagesto* non possono essere considerate assolute e sono state conteggiate da un singolo punto scelto sull'eclittica. Al contrario, vengono date le relative longitudini contenute in ciascun rispettivo segno o arco dello Zodiaco uniforme, per un totale di 12. Viene anche sottolineato che uno dei quadranti è orientato nel punto dell'equinozio.

Pertanto, il calcolo di alcuni valori longitudinali assoluti richiede l'aggiunta di un certo numero intero di gradi divisibile per 30, ossia la dimensione di un certo segno o arco dello Zodiaco uniforme. Le longitudini eclittiche assolute del catalogo possono essere dedotte solo dopo questa procedura, che in linea di massima non è affatto complessa.

Descriveremo meglio con il seguente esempio. Nell'*Almagesto*, la longitudine della stella polare viene data come Gem $0^\circ 10'$. Per calcolare il valore assoluto della longitudine, dobbiamo aggiungere un numero intero di gradi a $0^\circ 10'$ che sia pari a 60° , come suggerisce la tradizione contemporanea. Questo è il numero dei gradi che si ritiene corrispondano all'inizio del segno arco Gem dello Zodiaco uniforme. Dobbiamo quindi ottenere il valore di $60^\circ 10'$. Se dovessimo considerarlo come

la longitudine dell'eclittica della stella polare rispetto al punto dell'equinozio primaverile dovrebbe corrispondere alla posizione che quest'ultimo occupò all'inizio della nuova era.

Si osserva una situazione perfettamente simile con le longitudini rimanenti delle migliaia di stelle contenute nel catalogo dell'*Almagesto*. Nonostante la semplicità dei calcoli di cui sopra, occorre sottolineare che questa è la nostra prima opportunità di mal interpretare i dati sorgente offerti dall'*Almagesto*, vale a dire che il fatto che i valori dei gradi interi corrispondano ai segni zodiacali, dipende dalla scelta del primo segno o arco dello Zodiaco, il cui inizio coincide con il punto di riferimento iniziale: l'equinozio di primavera o qualche altro punto sull'eclittica. A quanto pare, l'alterazione del primo segno zodiacale altererà i gradi dei valori assoluti aggiunti. La vaghezza della frase di Tolomeo lascia molto spazio all'interpretazione.

Come scopriremo, la descrizione di Tolomeo della cosmosfera non usa il punto dell'equinozio primaverile come riferimento iniziale. Scrive che “siccome non ha senso contrassegnare i punti del solstizio e dell'equinozio sul globo dello Zodiaco (poiché le stelle non mantengono una distanza costante da questi punti), dovremmo scegliere un numero di punti di riferimento fissi e immutabili tra le stelle immobili. La più brillante di queste è la stella nella bocca di Canis Major [cioè Sirio! - autore] ...quindi, per ciascuna delle rimanenti stelle immobili del catalogo [a parte Sirio - autore] dobbiamo contrassegnare la sua posizione [longitudine - autore] ruotando l'anello graduato attorno al polo dell'eclittica; il punto che segneremo sull'eclittica di questo anello si troverà all'esatta stessa distanza dal punto di riferimento che abbiamo scoperto (Sirio), che nel catalogo si trova tra la stella in questione e Sirio” ([1358], pagina 405).

Per cui, Tolomeo ci fornisce un riferimento diretto a Sirio come l'inizio assoluto più conveniente per il calcolo della longitudine dell'eclittica. Tutto questo è completamente in contrasto con la versione consensuale che ci dice che Tolomeo utilizzò sicuramente il punto di equinozio di primavera come riferimento.

Inoltre, poiché l'*Almagesto* è un'enciclopedia astronomica, potrebbe essere che la sua forma attuale sia stata compilata attraverso le opere di vari astronomi provenienti da scuole diverse. Pertanto, per le varie parti dell'*Almagesto* potrebbero essere stati usati diversi principi di misurazione, in particolare è possibile che nel catalogo dell'*Almagesto* il punto di riferimento longitudinale vari a seconda della parte.

Tutto ciò indica che i tentativi di datare il catalogo di Tolomeo tramite la precessione longitudinale può portare ad errori gravissimi, che è esattamente ciò che vediamo in alcune opere moderne sulla storia dell'astronomia, vedi sotto.

Nascono anche altre questioni controverse. La citazione sopra menzionata dimostra che la creazione di una cosmosfera ha bisogno di circa 1000 operazioni astronomiche, vale a dire la sottrazione della longitudine di Sirio dalle longitudini delle altre mille stelle del catalogo. Tuttavia, la longitudine di Sirio viene espressa come una frazione nel catalogo dell'*Almagesto*, vale a dire 17°40' nei Gemelli. È perfettamente chiaro che l'operazione di sottrarre questo numero un migliaio di volte dalle altre longitudini, porterà via molto lavoro. D'altro canto, Tolomeo, che sosteneva l'uso di Sirio come riferimento, poteva benissimo scegliere un'altra stella molto luminosa: Arturo. E' una stella di grande magnitudine; ma soprattutto, la sua longitudine è espressa come numero intero nel catalogo, vale a dire 27° nella Vergine. Perché uno dovrebbe eseguire un migliaio di operazioni con delle frazioni, quando sarebbe molto più semplice e ci vorrebbe molto meno tempo fare le stesse operazioni con i gradi espressi tramite un numero intero?

Si può ovviamente presumere che un certo valore costante sia stato aggiunto o sottratto dalle lunghezze iniziali dell'*Almagesto*, trasformando la longitudine di Sirio in un valore frazionario anziché in un numero intero. Pertanto, questo valore doveva comprendere una certa quantità di gradi e 40 minuti, dal momento che la longitudine di Sirio nella versione moderna del catalogo dell'*Almagesto* equivale a 17°40'.

Qui è dove inaspettatamente ci imbattiamo in un'ottima concordanza con il risultato di R. Newton ([614]). Dimostra che le longitudini contenute nel catalogo sono state ricalcolate da qualcuno, con una quantità indefinita di gradi e 40 minuti aggiunti ai valori longitudinali originali e basa le sue conclusioni su delle considerazioni del tutto diverse e di natura statistica. Riteniamo che questa concorrenza tra le due diverse osservazioni è tutto tranne che casuale.

Bisogna fare la seguente osservazione generale che non ha alcuna relazione formale con l'astronomia, ma potrebbe rivelarsi ancora utile per la nostra comprensione del ruolo e del posto dell'*Almagesto*. La letteratura moderna sulla storia dell'astronomia ci dà l'impressione che i capitoli dell'*Almagesto* che hanno a che fare con le stelle siano una sorta di commentario o un allegato al documento centrale, che è il catalogo stellare. Tuttavia, noi siamo di un'opinione diversa. Il contenuto principale di questi capitoli sono le linee guida di Tolomeo per la costruzione della cosmosfera sulla quale si devono evidenziare le posizioni delle stelle. Il vero processo di costruzione, lo strumento che si deve usare per questo scopo, ecc... sono stati descritti con grande dettaglio; il catalogo in sé non è che una “tabella di riferimento” per la costruzione di una cosmosfera. È del tutto possibile che nel Medioevo quelle cosmosfere fossero utilizzate per scopi astrologici o mistici. Il fatto più curioso è che la storia dell'astronomia ha molti riferimenti per la costruzione delle cosmosfere; tuttavia, questa “epoca di costruzione del globo celeste” non è nemmeno vicina all'inizio della nuova era, ma appartiene al Medioevo. In particolare, le prime notizie di quei globi le abbiamo datate all'epoca di Tycho Brahe, il quale costruì lui stesso una cosmosfera ([395], pagina 127); veniva considerata un'attività importante. Ci viene detto che “la grande cosmosfera ottonata, 149 centimetri di diametro, merita di essere menzionata separatamente. Sulla sua superficie c'erano le rappresentazioni della cintura zodiacale, l'equinoziale e le posizioni delle 1000 stelle le cui coordinate furono determinate nel corso degli anni dalle osservazioni di Tycho. Tycho confessò con orgoglio: “Credo che nessun altro cosmo di queste dimensioni, costruito con tale accuratezza e precisione, sia mai stata fatto in tutto il mondo”. Affermò anche moltissima gente si recava in Danimarca appositamente per ammirare la cosmosfera. Ahimè, questa vera meraviglia dell'arte e della scienza scomparve durante un'esplosione nella seconda metà del XVIII secolo” ([395], pagina 127).

Per cui, i rispettivi capitoli dell'*Almagesto* si adattano perfettamente bene all'epoca del XVI-XVII secolo.

Inoltre, gli esperti in storia dell'astronomia suggeriscono che persino se le longitudini dell'*Almagesto* fossero state ricalcolate, sarebbero cadute in un'epoca più recente e mai indietro nel tempo. Siamo convinti che il ricalcolo delle vecchie longitudini stellari per l'epoca corrente fosse una pratica abbastanza comune tra gli astronomi del medioevo. Si fa anche riferimento ai primi cataloghi medioevali precedenti a Brahe. Si pensa che gli astronomi del Medioevo siano stati “troppo pigri” per condurre nuove ricerche. Preferivano prendere un “antico” catalogo risalente ai tempi memorabili, alterare tutti i suoi valori con il fattore di una singola costante e inventare di conseguenza delle “moderne coordinate stellari”, per poi usare nelle loro ricerche il catalogo antico ma convenientemente “aggiornabile”.

Bisogna ammettere che questa ipotesi sembra piuttosto strana. È improbabile che tutte le nuove generazioni di astronomi si contendano la mera “fabbricazione” di un tipo di catalogo che per farlo dovevano spostare le longitudini contenute in alcuni cataloghi vecchi e piuttosto obsoleti. Ogni epoca nuova crea degli strumenti astronomici nuovi e più avanzati. Pertanto, è molto probabile che gli astronomi di ogni epoca successiva misurassero nuovamente le coordinate stellari con maggiore precisione. Non solo le longitudini diventavano più realistiche, ma anche le latitudini: le correzioni potevano variare da stella a stella. Di conseguenza, gli astronomi di ogni nuova generazione compilavano un nuovo catalogo estremamente accurato per loro stessi (come glielo consentivano i loro strumenti, ovviamente). Questo stesso metodo fu usato per scopi scientifici, come la navigazione, al contrario dei cataloghi obsoleti e quasi dimenticati che contenevano molti errori dovuti all'imprecisione dei primi strumenti antichi.

Se nel XVI-XVII secolo qualcuno cercava di fabbricare e introdurre una storia “antica” falsificata, allora l'approccio sarebbe stato radicalmente diverso. Si prendevano alcuni cataloghi stellari compilati di recente e si spostavano le longitudini nel “passato”, ossia “nell'epoca storica desiderata”, per esempio i primi anni del periodo dopo Cristo. L'operazione era semplice e non faceva perdere molto tempo ai truffatori. Dopodiché, rivendicavano a gran voce di aver scoperto “un catalogo stellare estremamente antico”. Ribadiamo che il metodo di falsificazione più semplice e veloce è quello di spostare le longitudini stellari usando un singolo valore costante. A quanto pare, è così che nacquero le “osservazioni personali” di Tolomeo nel II secolo d.C., così come le molte altre “osservazioni” condotte dai “primi astronomi medievali”. I truffatori non potevano semplicemente aprire un catalogo moderno, poiché sarebbero stati immediatamente colti in flagrante, per cui preferivano utilizzare un catalogo datato 100-200 anni indietro, già dimenticato e non più in stampa.

11. La sinusoide di Peter nelle latitudini dell'*Almagesto*.

Consideriamo ora le latitudini del catalogo stellare dell'*Almagesto*. Qui è dove scopriamo immediatamente un effetto molto particolare che sfida la spiegazione nel paradigma dei precedenti studi dell'*Almagesto*. Ci riferiremo a questo effetto con il termine “curva sinusoidale di Peters”. La questione è la seguente: Peters analizza la distribuzione media degli errori nell'*Almagesto* come una funzione longitudinale. A tale scopo calcola le posizioni delle stelle zodiacali nel cielo odierno per il 100 d.C., ossia la presunta epoca della creazione dell'*Almagesto*. Quindi, Peters calcola la discrepanza latitudinale di $\Delta_i = B_i - b_i$. Pertanto, secondo Peters B_i è il valore latitudinale della stella i presa dall'*Almagesto*, mentre b_i è il significato della sua latitudine per il 100 d.C. Pertanto, il valore Δ_i dimostra “l'errore di Tolomeo” nella determinazione della latitudine i della stella, fatta supponendo che l'*Almagesto* fu creato intorno al 100 d.C. Peters procede con la divisione dell'eclittica in intervalli di 10 gradi e quindi calcola il valore medio della discrepanza latitudinale per tutte le stelle dell'*Almagesto* che finiscono in questo intervallo, valore che naturalmente varia da un intervallo all'altro.

Di conseguenza, è stato creato un grafico speciale che dimostra in che modo la discrepanza media latitudinale si manifesta lungo l'eclittica. I punti dell'eclittica possono essere caratterizzati dalla longitudine; come conseguenza, il grafico costruito rappresenterà la discrepanza latitudinale come una funzione longitudinale. La curva sinusoidale di Peters può essere vista nella **Figura 2.27**. È molto simile a una curva sinusoidale con un'ampiezza di circa 20'. Si potrebbe scegliere una curva sinusoidale che viene considerata la migliore nella sua classe perché si avvicina alla curva della **Figura 2.27**. Questa curva prende il nome da Peters.

L'aspetto della sinusoide di Peters è molto difficile spiegare all'interno della struttura che racchiude le idee moderne dell'*Almagesto*. Ad ogni modo, non abbiamo trovato una ragionevole spiegazione di questo fenomeno distintamente periodico in qualsiasi genere di letteratura.

Bisogna sottolineare che [1339] non contiene dettagli correlati al calcolo di questa curva da parte di Peters. Nello specifico, non sappiamo nulla su quali stelle dello Zodiaco usasse per i calcoli. Pertanto, al fine di confermare l'esistenza reale dell'effetto e studiarla, abbiamo dovuto ricalcolare la curva in questione per tutte le stelle zodiacali con l'aiuto di un computer. I nostri risultati, nonché le loro implicazioni e i relativi commenti, li potete trovare nei capitoli che seguono. Tuttavia, saltiamo per un momento tutta la questione e diciamo ai lettori che abbiamo trovato una spiegazione perfetta per questa strana sinusoidale.

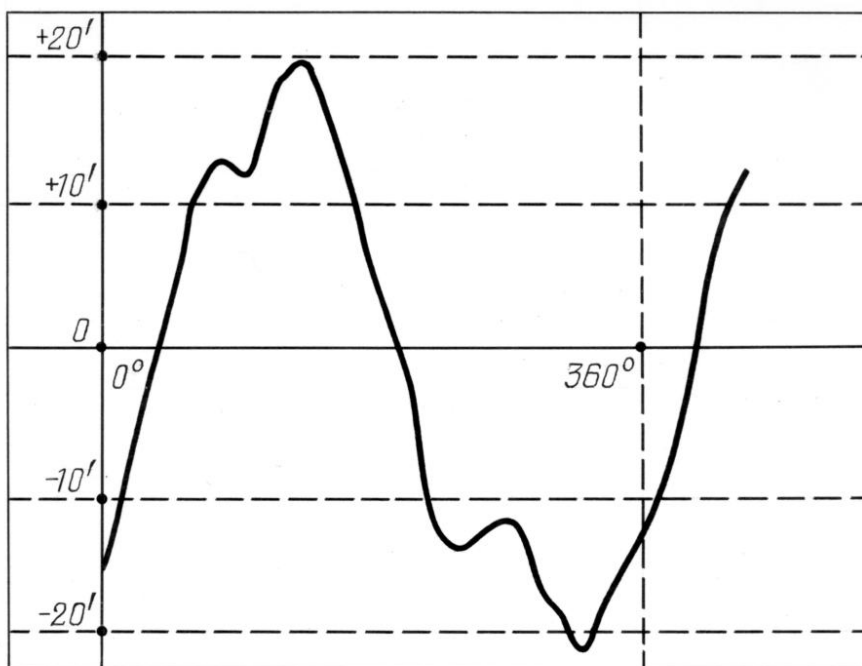


Figura 2.27. La sinusoide di Peters nelle latitudini del catalogo stellare dell'*Almagesto*.

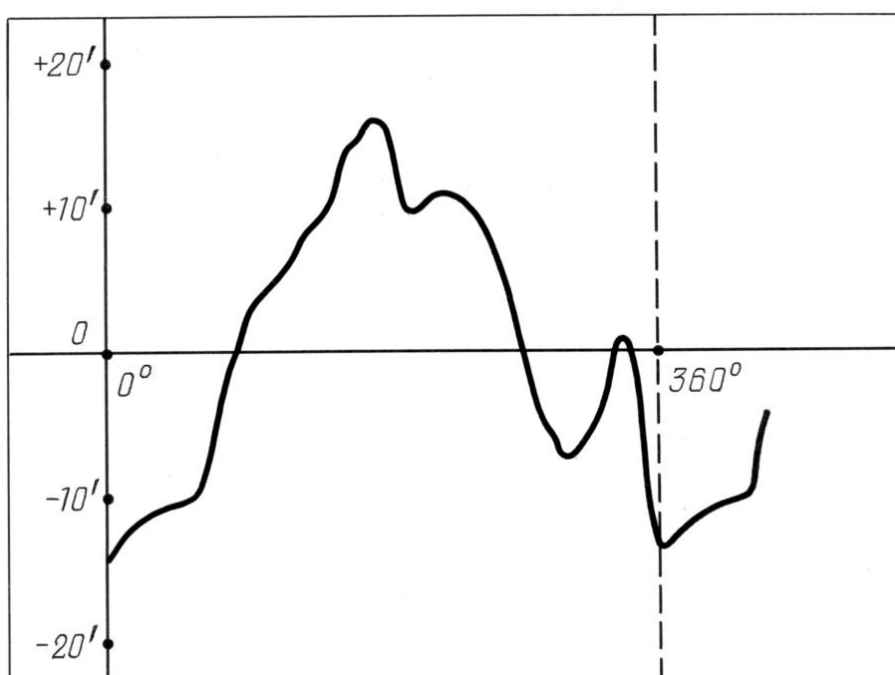


Figura 2.28. Il grafico un po' strano della discrepanza longitudinale media come funzione della longitudine eclittica nel catalogo dell'*Almagesto*.

N.B. A parte le latitudini, Peters studiò anche le longitudini del catalogo dell'*Almagesto* ([1339]). Calcolò la discrepanza latitudinale media per i settori di 10 gradi e ne ricavò ne il grafico che vediamo nella **Figura 2.28**. La curva rappresenta il comportamento della discrepanza longitudinale media come una funzione della longitudine dell'eclittica. È notevole che il grafico sia drasticamente diverso da quello con le latitudini dell'*Almagesto*. Il grafico longitudinale non è affatto sinusoidale; la sua amplitudine è più piccola; oltretutto ha due massimi locali piuttosto distinti. È possibile che

questa natura stranamente irregolare della curva “longitudinale” sia il risultato del misterioso ricalcolo della longitudine dell'eclittica scoperto da R. Newton in [614] (vedere sezione 8). Come è stato fatto notare, le longitudini del catalogo dell'*Almagesto* non sono affatto una fonte affidabile di informazioni; pertanto, non abbiamo nessun motivo per studiare il grafico risultante in modo più attento. Tale analisi avrebbe senso solo se i meccanismi di ricalcolo delle longitudini, che devono essere stati usati dagli astronomi successivi (forse del XVI-XVII secolo), potrebbero essere ricostruiti, cosa che a questo punto riteniamo che sia molto difficile.