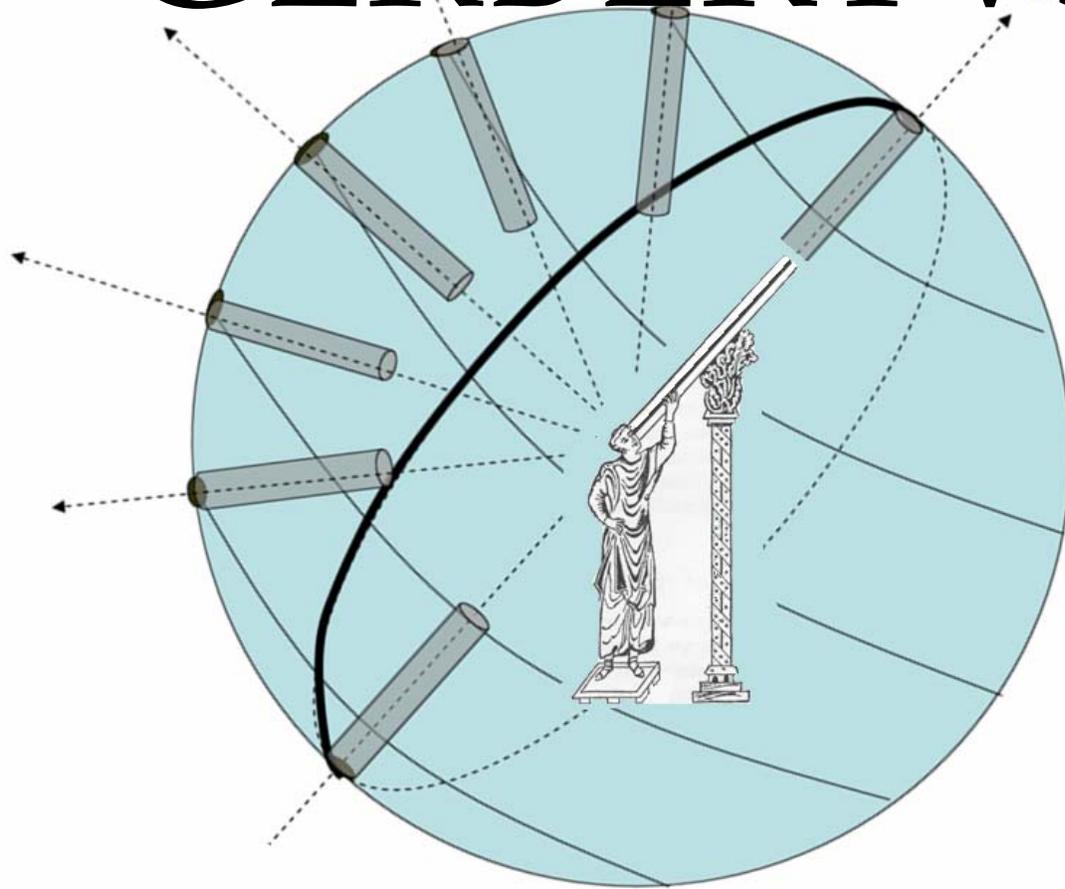


GERBERTVS



<http://www.icra.it/gerbertus>

**International academic online publication
on History of Medieval Science
vol. 1/2010**

La Sfera di Gerberto

Costantino Sigismondi
ICRA International Center for Relativistic
Astrophysics

Abstract

Gerbert describes a semi-sphere to Constantine of Fleury with built-in sighting tubes, used for astronomical observations. The procedure to identify the star nearest to the North Celestial Pole is very accurate. For didactical purposes the Polar Star would have been precise enough and much less time consuming, but here Gerbert is clearly aligning a precise equatorial mount which had to be logically set up as a fixed instrument for accurate daytime observations. Through the sighting tubes it was possible to detect equinoxes and solstices by observing the Sun in the corresponding days. This is the first time in which the full functionality of the sphere of Gerbert is put into evidence.

Sommario

Gerberto descrive una semisfera a Costantino di Fleury, con tubi di mira, usata per osservazioni astronomiche. La procedura di identificazione della stella che si trovava presso il Polo Nord Celeste è molto accurata, troppo se lo strumento fosse stato destinato a scopi puramente didattici, per i quali l'individuazione della stella polare sarebbe stata sufficiente. Si tratta evidentemente di uno strumento astronomico su montatura equatoriale, fisso, dedicato all'identificazione dei solstizi e degli equinozi per mezzo dell'osservazione del Sole attraverso opportuni tubi. Questa è la prima volta che viene messa in evidenza la piena funzionalità della sfera di Gerberto.

Testo Latino (versione e note di A. Olleris)

Gerbertus Papa Constantino Miciacensi Abbati ¹

Gerbertus Constantino

Sphaera, mi frater, de qua quaeris ad coelestes circulos vel signa ostendenda, componitur ex omni parte rotunda: quam dividit circumducta linea mediam aequaliter in LX partibus² divisa. Ubi itaque constituis caput lineae, unum circini pedem fige, et alterum pedem e regione ibi constitue, ubi VI³ partes finiuntur de LX partibus praedictae lineae; et dum circinum circumduxeris, XII⁴ partes includis. Non⁵ mutato primo pede, secundus pes extenditur⁶ usque ad locum quo de praedicta linea undecima pars finitur; et ita circumducitur, ut XXII⁷ partes circumplectatur. Eodemque modo adhuc pes usque ad finem quintae decimae partis praedictae lineae protenditur et circumductione XXX partes habens media sphaera secatur. Tunc mutato circino in altera parte sphaerae, ubi primum pedem fixeras, attendens, ut

¹ Trascrivo le note dell'OLLERIS per questa lettera. Vedere MABILLON *Vetera Analecta* Paris. 1723. Codd. Par. 1094. Carn Vat. L. Costantino, insegnante elementare *grammaticus* di Fleury (St. Benoît-sur-Loire) divenne poi un docente avanzato *scholasticus* e quindi Abate di St. Mesmin-de-Micy attorno al 1004; fu uno dei pupilli di Gerberto, come riporta in nota la PRATT LATTIN citando il lavoro di F. M. WARREN, *Constantine of Fleury, 985-1014*, "Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences", XV (1909), pp. 285-292.

² Vat, *partes*.

³ An VI?

⁴ An VIII?

⁵ Mab. *Nam*.

⁶ Vat. *extendatur*.

⁷ Vat. XL. Carn. L. XXII Mab. XII.

contra statuas, praedictam rationem mensurae circumductionis et partium complexionis⁸ observabis. Nam V solummodo erunt circumductiones, quorum media aequalis est lineae in⁹ LX partibus divisae. Altero igitur istorum hemisphaerium sumpto interius¹⁰ cavato, et ubi circini alterum pedem circini posuisti, singula foramina facis, ut medietas foraminum illorum terminet praedictum hemisphaerium. Nam ita VII erunt foramina, in quibus singulis singulas semipedales fistulas constituis: eruntque duae extremae contra se positae, ut per utrasque, tamquam per unam videas. Ne vero fistulae hac illacque titubent, ferreo semicirculo, ad modum praefati hemisphaerii secundum suam quantitatem censurato et perforato, utere, quo superiores extremitates fistularum coherce: quae et in hoc differunt a fistulis organicis, quod per omnia aequalis sunt¹¹ grossitudinis, ne quid offendant aciem per eas coelestes circulos contemplantis. Semicirculus vero¹² quorum digitorum ferme sit latitudinis, ut omne hemisphaerium¹³ XXX partes habet longitudinis, servans aequalem rationem divisionis, qua perforatus¹⁴ fistulas recipit. Notato itaque nostro boreo polo, descriptum hemisphaerium taliter pone sub divo, ut per utrasque fistulas, quas diximus extremis, ipsum boreum polum libero intuitu cernas. Si autem de polo dubitas, unam fistulam tali loco constitue, ut non moveatur tota nocte, et per eam stellam auspice quam credis

8 L. Carn. *complexiones*.

9 L. Carn. *omitt. in*.

10 Vat. *intusque*. Carn. L. *intus cuius*.

11 Vat. *sint crassitudinis*.

12 Vat. *ergo*.

13 L. Carn. *add. qui*.

14 L. Carn. *perforatum*.

esse polum: nam si polus est, eam tota nocte poteris suspicere; sin alia, mutando loca non occurrit visui paulo post per fistulam. Igitur praedicto modo locato hemisphaerio, ut non moveatur ullo modo, prius¹⁵ per inferiorem et superiorem primam fistulam boreum polum, per secundam arcticum circulum, per tertiam aestivum¹⁶, per quartam aequinoctialem, per quintam hiemalem, per sextam antarcticos circulos metiri¹⁷ poteris. Pro polo vero antarctico, quia¹⁸ sub Terra est, nihil coeli sed Terra tantum per utrasque fistulas intuenti occurrit.

Testo Italiano (Traduzione di C. Sigismondi): L'emisfera di Gerberto nella lettera a Costantino di Fleury (978)

Rheims, 978?¹⁹

Gerberto spiega a Costantino,²⁰ grammatico di Fleury, la costruzione di un emisfero per fare osservazioni astronomiche.

In risposta alla vostra domanda riguardo la sfera per dimostrare i cerchi celesti e le costellazioni, fratello mio, essa è fatta completamente rotonda, divisa egualmente a metà dalla circonferenza, che è stata divisa in 60 parti.²¹ Metti un piede del compasso ovunque tu pensi che sia l'inizio della circonferenza e

¹⁵ Vat. omitt. *prius*.

¹⁶ Vat. *solstitialem*.

¹⁷ An. *intueri*?

¹⁸ L. Carn. *qui*.

¹⁹ La datazione è quella della PRATT LATTIN, suo è anche il punto interrogativo.

²⁰ Traduzione italiana condotta sui testi latini editi in BUBNOV, *Gerberti Opera Mathematica*, pp. 25-28 e in OLLERIS, *op. cit.*, pp. 479-480.

²¹ Ogni parte corrisponde a $360^\circ/60=6^\circ$.

l'altro piede su quel punto che comprende 6 delle 60 parti della circonferenza sopracitata; e mentre fai ruotare il compasso, comprenderai 12 parti.²² Senza cambiare il primo piede, il secondo viene esteso fino al punto sulla circonferenza che comprende l'undicesima parte;²³ e viene ruotato in modo da abbracciare 22 parti. Come prima, il piede si estende fino alla quindicesima²⁴ parte della summenzionata linea e con questa rotazione del compasso, si taglia metà della sfera con 30 parti .

Poi, col compasso spostato sull'altra parte della sfera, fare particolare attenzione al punto in cui si posizionerà il primo piede del compasso, in modo che questo sia esattamente opposto, e utilizzare lo stesso metodo per misurare la circonferenza e l'iscrizione delle parti. Ora ci saranno solo 5 cerchi e quello di mezzo è uguale alla linea divisa in 60 parti.

Quindi, prendi uno di questi emisferi e, dopo averlo vuotato,²⁵ pratica un foro in ciascun punto sulla detta linea dove hai posto l'altro piede del compasso per fare i cerchi, cosicché questi punti sulla circonferenza si troveranno nel mezzo dell'apertura.

Inoltre, pratica fori separati ai poli della sfera dove hai posto il primo piede del compasso, cosicché il centro di questi fori determini il confine del suddetto emisfero; ora ci saranno sette²⁶ aperture in ciascuna delle quali tu poni tubi lunghi mezzo piede; i due alle

²² Il circolo artico è posto a 36° dal polo, 54° dall'equatore, descrive le stelle circumpolari, che non tramontano mai, secondo la latitudine di Rodi, secondo la tradizione manualistica latina.

²³ Il raggio è di 66°, dunque si descrive il circolo del Tropico del Cancro a 24° a Nord dell'Equatore.

²⁴ Altri 24° a Sud (4 volte 6°) portano a descrivere l'Equatore.

²⁵ Le sfere erano vuote. In modo da potervi collocare anche i modelli dei segni e dei pianeti, seguendo la descrizione di RICHERO di Reims. La divisione degli emisferi viene qui fatta lungo un meridiano.

²⁶ Due sono i poli opposti, due sono sui circoli circumpolari, due sui tropici ed uno sull'equatore.

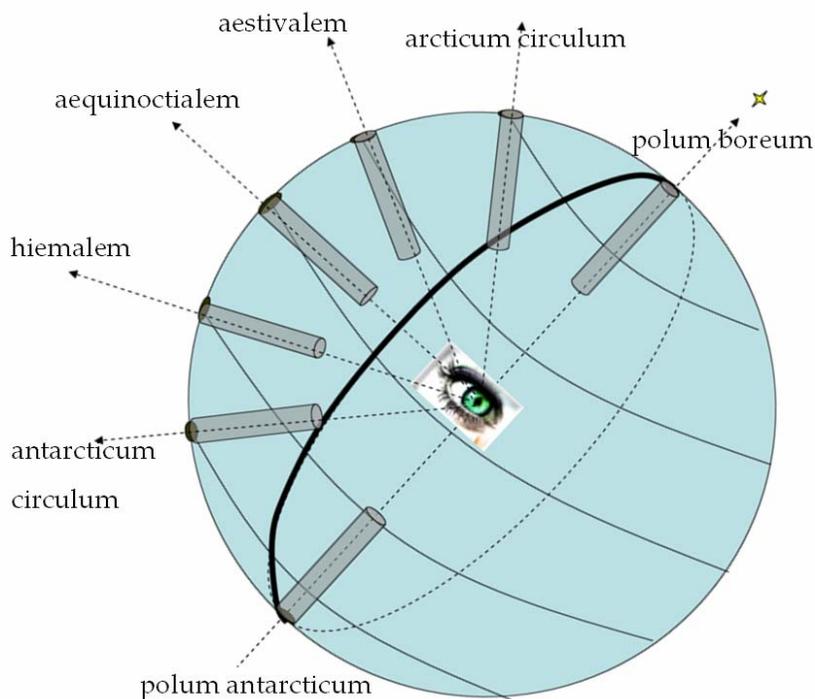
estremità saranno opposti l'uno all'altro in modo da poter vedere attraverso entrambi come se fossero uno.

Per evitare che i tubi vadano di qua e di là, utilizzare un semicerchio di ferro misurato e perforato nelle stesse proporzioni dell'emisfero summenzionato e legarvi le estremità superiori dei tubi. Essi sono diversi dalle canne d'organo per essere tutti della stessa dimensione e per non distorcere la visione di chi osservasse i cerchi dei cieli. In verità, fa sì che il semicerchio sia ampio quasi due pollici e che abbia trenta parti di lunghezza, come l'intero emisfero; e usa le stesse misure per dividerlo in modo da centrare i tubi correttamente nei loro rispettivi fori.

Allo stesso modo, quando la nostra²⁷ stella polare sarà visibile, poni l'emisfero che abbiamo descritto a cielo aperto in modo che, guardando attraverso le estremità dei tubi, si possa vedere la stessa stella polare senza ostacoli. Se dubiti che questa sia la stella polare, sistema un tubo in una posizione tale che non si muova durante la notte²⁸ e guarda verso quella stella che credi che sia la stella polare. Se è la stella polare, potrai vederla per tutta la notte, se è una qualunque altra stella, non sarà più visibile attraverso il tubo perché avrà cambiato posizione.

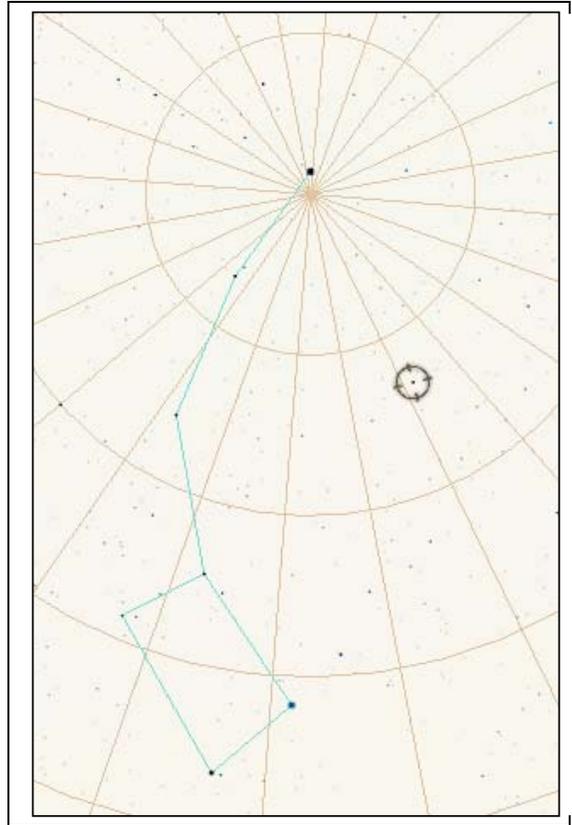
²⁷ L'attuale Polare era a ben 6°21' dal polo.

²⁸ Il tubo per traguardare di Gerberto riportato in un manoscritto di San Gallo del 982, andato perduto, è stato menzionato tra gli strumenti di precisione fino al 1500 come un precursore del telescopio da DICKE nel III volume di *Storia della Tecnologia* a cura di SINGER, HOMYARD, RUPERT HALL e WILLIAMS, Boringhieri, Torino 1963.



Quindi, avendo posto l'emisfero nel suddetto modo così da renderlo inamovibile, potrai determinare il Polo Nord attraverso il primo tubo inferiore e superiore, il circolo Artico attraverso il secondo, il circolo estivo attraverso il terzo, l'equinoziale attraverso il quarto, l'invernale attraverso il quinto, il circolo Antartico²⁹ attraverso il sesto. Quanto alla Stella del Polo Sud, essendo sotto la Terra, a chiunque cerchi di vederlo attraverso entrambi i tubi, non apparirà il cielo ma la Terra.

²⁹ È il circolo che contiene le stelle che non si vedono mai da Rodi, sotto i 54° di declinazione Sud, per questo è tangente, da sotto, all'orizzonte.



Nel cerchio nero è evidenziata la stella più vicina al Polo Nord Celeste al tempo di Gerberto: la HR 4893 di magnitudine 5.23. Alla sua sinistra la costellazione dell'Orsa Minore con la Stella Polare.

La Pratt Lattin notava che questa stella poteva essere, all'epoca la δ oppure la ϵ Ursae Minoris, stelle rispettivamente di magnitudine 4.36 e 4.23. Invece si tratta della stella HR 4893 del catalogo "Harvard revised" di magnitudine 5.28, che si trovava ad $1^{\circ}04'$ dal polo Nord celeste nel 978. Essa è individuabile nella parte interna dell'arco descritto dalle stelle dell'Orsa Minore, presso il centro ideale di questo arco. La sua

individuazione è stata fatta “precessionando” il polo nord celeste del 978 all’epoca 2000.0 con il programma Ephemvga.³⁰ La cura con cui Gerberto descrive il puntamento di questa stella non si spiega

- 1) se si tratta della Stella Polare, che era ben nota a tutti e non ha senso attendere tutta la notte per controllare se è ancora nel campo di vista di un tubo, visto che all’epoca la sua distanza dal Polo vero era maggiore di 6° e non sarebbe rimasta al centro del campo di vista di un tubo stretto (il cui diametro sia inferiore di 1/5 della lunghezza).
- 2) se la sfera aveva solo un uso didattico. Infatti sarebbe stato inutile puntarla in modo così accurato.

La sfera che descrive Gerberto è dunque uno strumento per osservare e individuare i cerchi rilevanti della sfera celeste, a mio avviso, anche di giorno, quando le costellazioni zodiacali non si vedono.

In particolare, consentendo alla semi-sfera di ruotare, era possibile verificare gli istanti degli equinozi e dei solstizi,

³⁰ Il programma freeware può essere scaricato da www.icra.it/solar oppure da www.santamariadegliangeliroma.it, menù *meridiana*, sottomenù *calcolo delle effemeridi*.

Per effettuare questo calcolo basta impostare nel database *ephem.db* che si apre e modificare con *notepad* il punto di coordinate 90° di declinazione e 0 h di ascensione retta, epoca 978.0 e sceglierlo come oggetto X da visualizzare. Poi si imposta l’epoca dei nostri cataloghi stellari (2000.0) e se ne guardano le coordinate attuali. La stella visibile ad occhio nudo più vicina a queste coordinate è appunto la HR 4893, stella di quinta grandezza nella costellazione della Giraffa (*Camelopardalis*) ad 1° 04’ dal vero polo boreale. Il catalogo consultato è il *Bright Stars Catalogue* di Dorrit HOFFLEIT, Yale University Press, New Haven, CT 1984, 4th edition, disponibile anche su web al sito SIMBAD dell’Astronomical Data Center di Strasburgo.

quando il disco solare sarebbe stato visibile dai tubi corrispondenti ai circoli estivi, invernali ed equatoriale.

Il tubo per traguardare di Gerberto

Gerberto nella storia della tecnologia³¹ è menzionato tanto per lo squadro geometrico e l'astrolabio che per il tubo per traguardare.

Lo squadro a ombra era noto ai musulmani dal tempo di al-Khwarizmi (ca. 840) e fu introdotto in Europa da Leonardo da Pisa (ca. 1220). Lo squadro geometrico era anch'esso noto ai musulmani, ma benché fosse stato introdotto in Europa da Gerberto non divenne popolare fino allo sviluppo di metodi trigonometrici pratici di misurazioni indirette da parte del Peurbach (ca. 1450) e dal sorgere del rilevamento strumentale nel sedicesimo secolo.

Quanto a Gerberto e l'astrolabio, si ritiene che Al Fāzārī (ca. 800) sia stato il primo a scriverne.

Il più antico testo europeo sullo strumento, il *Sentientiae Astrolabii* (seconda metà del decimo secolo) attribuito a Gerberto, descrive l'uso ma non la costruzione del congegno. Dettagli completi sulla costruzione geometrica furono forniti per la prima volta da Hermannus Contractus, abate di Reichenau, nel suo *De mensura Astrolabii*, verso la metà del XI sec.

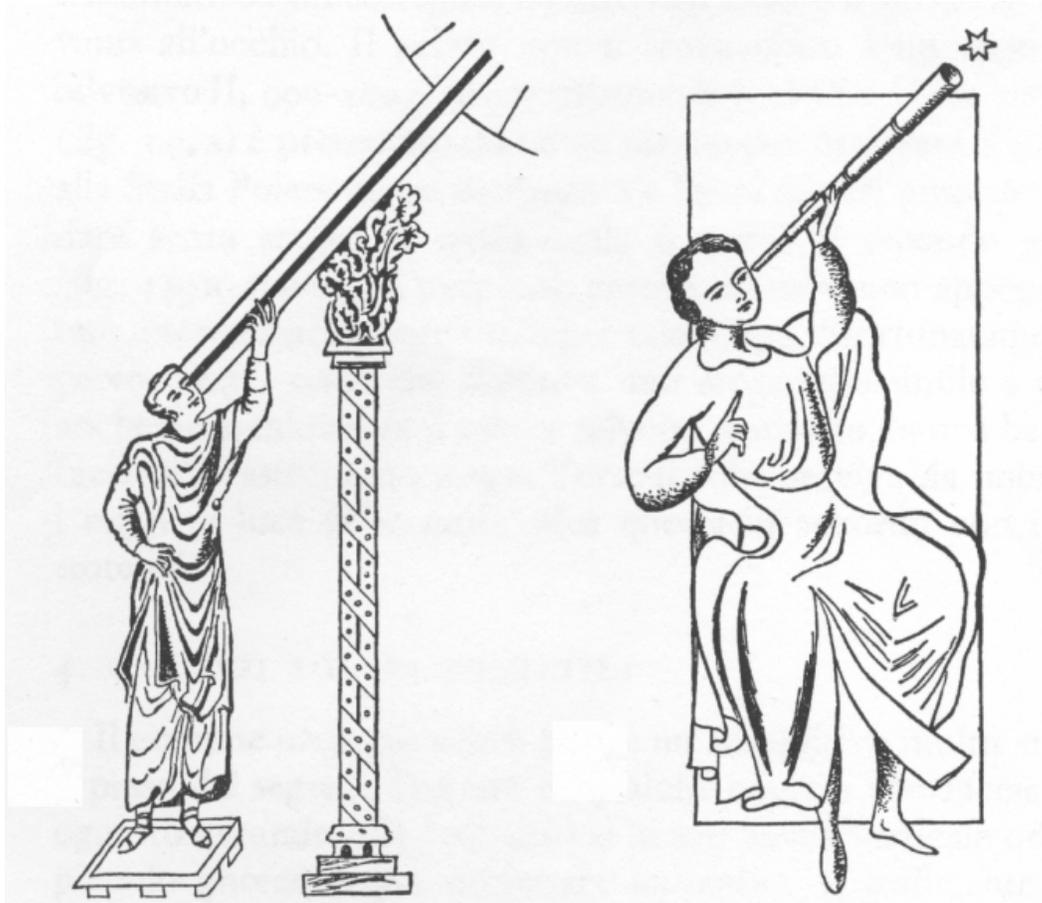
Riguardo al tubo per traguardare di Gerberto ci è pervenuta un'immagine da un manoscritto di San Gallo, ora perduto. Un tubo simile adoperato senza sostegno viene rappresentato in un manoscritto del XIII sec.

³¹ *Storia della Tecnologia*, a cura di C. SINGER – E. J. HOLMYARD – A. RUPERT HALL – T. I. WILLIAMS, Boringhieri, Torino 1963, vol 3. *Il rinascimento e l'incontro di scienza e tecnica*, cap. 22 *Strumenti di Precisione fino al 1500*, di Derek J. PRICE.

Esistono miniature in manoscritti medievali che mostrano l'astronomo nell'atto di guardare in un lungo tubo tenuto in mano o su un sostegno. Queste illustrazioni potrebbero far sorgere il sospetto che lo strumento avesse lenti e, per quanto gli indizi siano deboli, quest'idea non può essere scartata a priori semplicemente a causa della grande improbabilità che questa invenzione sia stata fatta in tempi così remoti.

A quanto pare ci sono due gruppi di illustrazioni, in uno il tubo è montato su un sostegno, nell'altro è a forma di tromba e tenuto davanti all'occhio. Il primo tipo si trova unito a un testo di Gerberto nel manoscritto di San Gallo del 982, ora perduto.

Lo strumento è presentato come un mezzo per osservare il polo celeste; è rivolto alla stella Polare da un insegnante e i suoi scolari possono guardarvi e apprendere senza errore di quale stella si tratti. È proprio il testo della lettera a Costantino di Fleury che abbiamo appena esaminato. Il secondo tipo rende più perplessi, non ha sostegno e nessun testo lo descrive, talvolta è sostituito da una bacchetta magica confacente all'astronomo mago. Forse il tubo serviva da imbuto per concentrare i raggi di luce delle stelle, idea questa in accordo con i concetti aristotelici.



A sinistra il disegno riproduce il manoscritto del 982 di San Gallo, andato perduto. A destra è la riproduzione di una figura di un manoscritto del secolo XIII dove lo strumento è tenuto in mano senza sostegno.

Bibliografia

BUBNOV, Nicolaj, *Gerberti Opera Mathematica*, Berlino 1899, ristampa Hildesheim 1963

DUFFET SMITH, Peter, *Astronomia Pratica con l'uso del calcolatore tascabile*, Sansoni, Firenze 1983

HOFFLEIT, Dorrit, *Bright Stars Catalogue* 4th edition, Yale University Press, New Haven 1984

OLLERIS, Alexandre, *Oeuvres de Gerbert, Pape sous le nom de Silvestre II*, Thibaud éd., Clermont-Ferrand 1867

PALADINO, Laura C. , *La biografia di Gerberto nella Historia Francorum di Richero di Reims. Con commento e traduzione criticamente riveduta*, "Archivum Bobiense", 27-28 (2005-06), pp. 167-256

PRATT LATTIN, Harriet, *The Letters of Gerbert with his papal privileges as Sylvester II*. Translated with an Introduction by Harriet Pratt Lattin, Columbia University Press, New York 1961

PRICE, Derek J., *Strumenti di Precisione fino al 1500*, in *Storia della Tecnologia*, vol 3, a cura di C. Singer – E. J. Holmyard – A. Rupert Hall – T. I. Williams, Boringhieri, Torino 1963

RICHERO di Reims, *Historia Francorum 888-995*, edito e tradotto da R. Latouche, Voll. I-II, Paris 1930-1937 (*Les Classiques de l'histoire de France au moyen age*)