

Giovanni Santini, the Meridian Circle and the *Paduan Catalogues*: the top of classical astronomy in the XIX century in Italy

Valeria Zanini - INAF Osservatorio Astronomico di Padova - valeria.zanini@oa-pd.inaf.it

Simone Zaggia - INAF Osservatorio Astronomico di Padova - simone.zaggia@oa.pd.inaf.it

Abstract: Giovanni Santini (1787-1877), pupil of the Milanese astronomers Barnaba Oriani and Angelo Cesaris, was appointed director of the Padua Observatory in 1817 and held this position for most of the XIX century. He replaced obsolete scientific equipment and in 1836 purchased a great meridian circle, a high-precision instrument for measuring stellar positions. Using this tool, Santini carried out his five *Paduan Catalogues* (also known as *Santini Catalogues*), working for about thirty years. These catalogues include a total of nearly 10.000 stars, with stars up to magnitude 10. This is one of the most impressive works of classical astronomy accomplished during the XIX century in Italy.

Keywords: Giovanni Santini, Meridian Circle, Astrometry.

1. La lunga direzione di Giovanni Santini

Giovanni Santini, nato a Caprese Michelangelo (AR) il 30 gennaio 1787, è stato il più longevo direttore dell'Osservatorio Astronomico di Padova, istituto che egli diresse per ben sessant'anni, dal 1817 al 1877.

Terzogenito di undici figli, Giovanni s'iscrisse alla facoltà di giurisprudenza dell'Università di Pisa, dove seguì anche i corsi liberi di matematica e fisica, senza tuttavia conseguire la laurea. Nel 1805 si trasferì a Milano per frequentare l'Osservatorio Astronomico di Brera, ove ebbe modo di impraticarsi nell'astronomia e di approfondire gli studi matematici, sua vera passione, sotto la guida di B. Oriani e A. Cesaris. Nel 1806, in pieno periodo napoleonico, grazie al forte appoggio di Oriani (Pigatto 2006, p. 41), Santini fu nominato Astronomo aggiunto all'Osservatorio Astronomico di Padova, allora diretto da Vincenzo Chiminello,¹ di cui divenne ben presto il successore. Dal 1797, anno della caduta della Repubblica di Venezia,

¹ Vincenzo Chiminello (1751-1815), in servizio all'Osservatorio di Padova sin dal 1779, collaborò con lo zio Giuseppe Toaldo, primo direttore della Specola, soprattutto in ricerche di carattere meteorologico, grazie alle quali evidenziò l'esistenza di due massimi e due minimi barometrici diurni. Dopo la caduta della Serenissima e la morte di Toaldo, nel 1797, Chiminello si fece carico delle funzioni di direzione pur restando privo dello stipendio per diversi anni. Solo nel 1806 ottenne la nomina ufficiale a Professore di Astronomia e Direttore dell'Osservatorio. Per un'ampia e approfondita analisi della figura umana e scientifica di Vincenzo Chiminello si rimanda a (Pigatto 2006).

L'Osservatorio padovano stava vivendo un pesante periodo di crisi causato dalla mancanza di un governo stabile tanto che, al suo arrivo, Santini si trovò a poter disporre solamente di strumenti ormai obsoleti. Nel corso della sua lunga direzione, che racchiude l'intero periodo della dominazione austriaca sul Veneto, egli si adoperò quindi per rifornire l'Osservatorio di strumentazione moderna e soprattutto per portare la Specola patavina al passo con la ricerca astronomica di punta dell'epoca. Ben presto, grazie alla sua consolidata preparazione sia teorica che osservativa, l'astronomia padovana riacquistò autorevolezza. In particolare, Santini acquisì fama internazionale nel campo della Meccanica celeste e nel calcolo delle orbite cometarie: celebre fu la sua analisi del moto della cometa di Biela,² cometa di corto periodo – appena sei anni e mezzo – la cui orbita era soggetta a forti perturbazioni da parte di Giove. Seguita in tutti i suoi passaggi dal 1826, anno della scoperta, al 1846, anno in cui l'astro si spezzò in due, egli ne fornì ogni volta le effemeridi con una precisione elevatissima, apprezzata dai colleghi di tutto il mondo.

Il prestigio scientifico che Santini accumulò negli anni lo portò a ricoprire ruoli accademici – e non solo – di primaria importanza: fu rettore dell'Università di Padova negli anni accademici 1824/25 e 1856/57; preside facente funzione della Facoltà filosofica nel biennio 1845/46 e preside provvisorio della Facoltà matematica dal 1845 al 1872. Tuttavia egli conseguì il titolo di dottore in Filosofia solamente nel 1824 e solo al fine di adempiere il regolamento universitario austriaco, che prevedeva il possesso del titolo di studio universitario per ottenere la cattedra, mentre il 21 marzo 1851 gli fu conferita la laurea *ad honorem* in Matematica. Membro di svariate accademie sia italiane che straniere, fu anche sindaco di Noventa Padovana dal 1866 al 1875.

2. Il Circolo Meridiano

Il più importante acquisto strumentale che Santini riuscì a concretizzare per la Specola fu quello del grande circolo meridiano di Starke (Fig. 1), grazie al quale gli studi astrometrici padovani raggiunsero punte di eccellenza a livello mondiale.

Ideatore e primo progettista di un circolo meridiano era stato il costruttore tedesco Georg Friedrich von Reichenbach (1772-1826) verso il 1810. Egli aveva avuto l'intuizione di riunire insieme, in un unico strumento, il quadrante murale e lo strumento dei passaggi, entrambi indispensabili per l'attività istituzionale degli astronomi: il primo, infatti, pur fornendo delle precise misure di altezza, non era affidabile nelle misure di ascensione retta dato che non era possibile «disporre esattamente in tutta la sua considerabile estensione la zona esteriore, ove sono scolpite le divisioni, in uno stesso piano» (Santini 1840a, p. 31); di conseguenza l'asse ottico del cannocchiale soffriva l'inconveniente di deviare a destra o a sinistra rispetto al piano meridiano. D'altro canto lo strumento dei passaggi, con cui si determinava l'ascensione retta, non era dotato di cerchio di declinazione sufficientemente preciso

² La cometa deve il suo nome al capitano dell'esercito austriaco Wilhelm von Biela (1782-1856), che la scoprì il 2 febbraio 1826.

per eseguire misure di altezza. Tuttavia, dopo l'invenzione della macchina divisoria,³ Reichenbach poté fondere assieme questi due strumenti nel solo circolo meridiano: il cannocchiale ruotava finalmente senza vincoli sul piano del meridiano, restando imperniato a un circolo per la misura delle altezze diviso con grande precisione, semplificando notevolmente il complesso delle procedure osservative.

Il circolo meridiano di Starke giunse a Padova nel 1836, dopo che Santini ne aveva inseguito l'acquisto per una decina d'anni, anche in virtù degli ottimi risultati che altri strumenti di tal genere stavano fornendo in Italia. A Napoli, all'Osservatorio di Capodimonte, ad esempio, già dal 1815 operava un circolo meridiano realizzato da Reichenbach stesso, analogo a quello che fu installato in seguito all'Osservatorio di Königsberg e utilizzato da F.W. Bessel per individuare la prima parallasse stellare. L'Osservatorio di Brera, invece, era dotato di un circolo meridiano di Starke dal 1834 e, proprio forte di questo precedente, Santini riuscì ad insistere presso le competenti autorità del Regno Lombardo Veneto per ottenerne uno analogo per Padova.

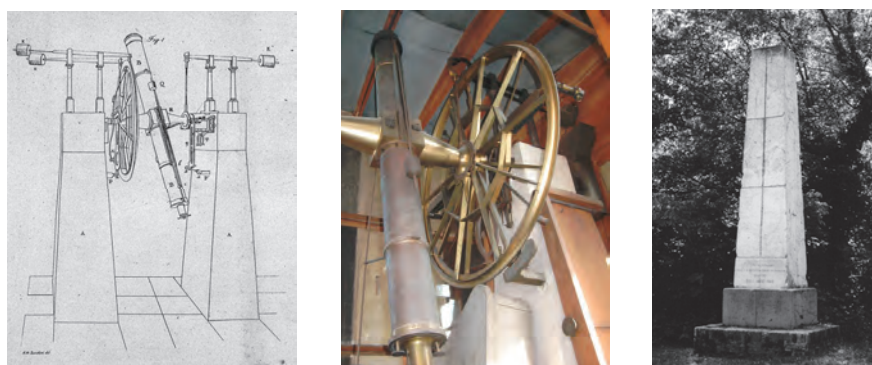


Fig. 1. Il circolo meridiano di Starke nel progetto originale (sinistra) e nel suo stato attuale (centro). Destra: lo scopo meridiano che si utilizzava per l'allineamento al meridiano celeste dello strumento

La struttura meccanica del circolo meridiano padovano fu realizzata dunque da Christoph Starke (1794-1865) nelle officine dell'Imperial Regio Politecnico di Vienna (Imperiale Regio 1818), corredandola con gli elementi ottici provenienti dalla ditta Fraunhofer di Monaco, di cui Georg Merz (1793-1867) aveva ereditato la firma dopo la morte del titolare. L'originale lente obbiettivo Merz, però, fu sostituita nel 1911 con un nuovo obiettivo delle officine Zeiss, di dimensioni leggermente superiori rispetto

³ La "macchina divisoria" era lo strumento che consentiva di ottenere una divisione meccanica del lembo degli strumenti, realizzando intervalli e sottointervalli di maggior precisione rispetto alle precedenti scale graduate eseguite manualmente. I primi tentativi di costruzione di una macchina divisoria risalgono alla metà del XVIII secolo, ma si deve a Jesse Ramsden l'ideazione, nel 1775, del prototipo migliore, che si aggiudicò il premio del *Bureau des Longitudes*. Successivamente, nei primi anni dell'Ottocento, fu proprio Reichenbach a perfezionare nella maniera più appropriata il meccanismo della ripartizione delle divisioni.

all'originale che purtroppo fu irrimediabilmente perduto dopo essere stato ceduto allo stato italiano per uso di guerra nel corso del primo conflitto mondiale.

Lo strumento poggia su due colonne piramidali di sostegno alte due metri. Il circolo graduato ha raggio di trenta pollici parigini (poco meno di 50 cm) ed è costituito da due strutture concentriche: la prima è suddivisa di 3' in 3' e ruota assieme al cannocchiale; la seconda, fissa, reca incisi in argento quattro nonî posti a 90° di distanza l'uno dall'altro, che consentono la lettura dei due secondi d'arco. La lettura delle divisioni in corrispondenza dei nonî era inizialmente effettuata mediante due microscopi semplici ma, nel 1858, a questi si aggiunsero due microscopi micrometrici.⁴ Sempre in quell'anno si portò da cinque a sette il numero di fili del micrometro filare e s'introdusse un micrometro in grado di produrre punti o linee luminose in campo oscuro (Santini 1857a), per permettere l'osservazione degli astri più deboli. Fu poi sostituita la livella a bolla che verificava il corretto posizionamento del circolo alidada, utilizzando al suo posto una nuova livella a leva sensibile. Fondamentale corredo dello strumento era anche lo "scopo meridiano" (Fig. 1) che Santini fece collocare nel 1842 negli attuali giardini del Bastione S. Croce, in un luogo elevato visibile dalla Specola. Questa stele in pietra permetteva di allineare lo strumento col meridiano celeste: la linea verticale rappresenta, infatti, il piano del meridiano, mentre gli incroci con le due linee a essa perpendicolari servivano per il puntamento a distanza. Nel 1881 si realizzò anche la grande vetrina che tutt'oggi protegge da polvere e umidità l'intera macchina, ancora alloggiata all'interno della sua torretta ottagonale, in attesa dei doverosi interventi di restauro in vista di un suo recupero espositivo all'interno del percorso museale dell'Osservatorio.

3. I *Cataloghi Padovani*

Con questo strumento, dal 1836 al 1863 Santini e il suo allievo, poi collega, Virgilio Trettenero⁵ eseguirono le osservazioni sulle quali si basano i cinque *Cataloghi padovani*, noti anche come *Cataloghi di Santini*, che furono pubblicati in cinque stralci successivi all'interno degli «Atti» dell'Accademia di Padova e delle «Memorie» dell'Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti (Santini 1840b; 1847; 1857b; 1861; 1870). I *Cataloghi* comprendono un totale di oltre 10.000 stelle fino alla 10^a magnitudine a una declinazione massima di $\pm 15^\circ$ attorno all'equatore, fornendo

⁴ Il microscopio micrometrico era formato da lente obiettiva e lente oculare, sul cui comune piano focale giacevano due sottilissimi fili paralleli, mobili grazie a una vite senza fine con tamburo graduato in 100 parti. La lettura della misura si eseguiva spostando i fili fino a farli coincidere con la più vicina immagine di una divisione del circolo prodotta dal microscopio; i sottomultipli di divisione erano perciò determinati dal numero di giri eseguiti dalla vite per raggiungere la divisione. Santini introdusse questo metodo di misurazione dopo averlo conosciuto nel corso di un suo viaggio in Germania compiuto nel 1843 presso le principali officine tedesche di strumentazione astronomica (Lorenzoni 1888).

⁵ Virgilio Trettenero (1822-1863), Astronomo aggiunto calcolatore dal 1853 e professore straordinario di Astronomia dal 1862, sostituì nelle lezioni il Santini dal 1853, continuando ad affiancarlo nei lavori di astronomia di posizione e divenendo anch'egli uno specialista nel calcolo delle orbite cometary. Con la sua prematura morte l'anziano Santini perse il suo successore designato e fu costretto a riprendere l'attività d'insegnamento all'età di 76 anni.

magnitudine, posizione e variazione annua per precessione di ciascun astro. Solo la precoce morte del Trettenero impedì di portare a compimento l'opera per l'intera volta celeste visibile da Padova. La motivazione principale che spinse Santini a intraprendere questo lungo e metodico lavoro fu il fatto di non avere a disposizione, tra le opere in circolazione, un catalogo che gli fornisse con la necessaria precisione le coordinate per un sufficiente numero di stelle di riferimento rispetto alle quali calcolare il moto delle comete o degli asteroidi di cui egli era impegnato a determinare l'orbita. Questa, infatti, si stabiliva misurando, in ascensione retta e declinazione, la distanza dell'oggetto osservato dalle stelle di campo che esso si trovava a incrociare nel corso del suo moto sulla volta celeste, notte dopo notte. Tuttavia, dopo il transito al meridiano celeste dell'oggetto, era sovente dover «impiegare inutilmente mezz'ora, ed anche un'ora e più innanzi che si present[asse] una stella conosciuta» (Santini 1840b, p. 50), e questo costituiva un inutile spreco di tempo osservativo.

I cataloghi cui si affidava Santini erano essenzialmente tre: il *Fundamenta astronomiae* di F.W. Bessel il quale, partendo dal *Catalogo Britannico* di Greenwich già corretto per l'aberrazione stellare da J. Bradley, lo aveva esteso a 32.000 stelle personalmente osservate e misurate tra il 1818 e il 1835; il grande *Atlas novus coelestis* di K.L. Harding, il primo atlante stellare disegnato senza le tradizionali figure mitologiche, composto da 27 mappe comprendenti circa 6.000 stelle osservate tra il 1808 e il 1823. E infine, quello che Santini riteneva il più preciso, cioè il *Praecipuarum stellarum Inerrantium Positiones* realizzato da G. Piazzi dopo 24 anni di osservazioni, la cui prima versione del 1803 fu ristampata, ampliata e corretta nel 1814 e conteneva dati per 7.646 stelle, con una accuratezza delle misure che raggiungeva la precisione di mezzo secondo d'arco. Tuttavia, nessuno di questi soddisfaceva in pieno le sue esigenze, i primi due perché soffrivano di «quella specie d'incertezza che lasciano nell'animo tutte le sorgenti di errore che si possono essere insinuate in una osservazione unica ed isolata, se anche sia fatta con ottimi stromenti, e dall'osservatore il più diligente» (Santini 1840b, p. 51), mentre il catalogo di Piazzi mostrava ampie lacune di stelle proprio nella fascia equatoriale, dove Santini più necessitava di riferimenti. Per questo l'astronomo padovano si accinse a redigere

un Catalogo di stelle fisse ordinato per Zone di due in due gradi rapporto alla declinazione, e precedente nell'ordine consueto da 0^h fino a 24^h in ogni Zona rapporto all'ascensione, per modo disposto che in ogni declinazione s'incontrasse una stella bene determinata ad ogni 7 od 8 minuti di tempo. Allorché un tale Catalogo fosse compiuto, rendesi manifesto che rivolgendo un cannocchiale dotato di un campo sufficiente ad un punto speciale del cielo, e tenendolo invariato in questa posizione, entro 10 o 12 minuti di tempo verrà ad attraversare il campo una stella bene determinata, alla quale si potrà comodamente riferire la posizione dell'astro incognito a cui il cannocchiale è stato diretto (Santini 1840b, pp. 51-52).

La peculiarità che contraddistingue quest'opera rispetto alle molte analoghe del periodo, è che Santini curò di ottenere per ogni stella, per quanto possibile, almeno tre osservazioni in tre sere successive, così da aumentare considerevolmente il grado di affidabilità del catalogo stesso, dato che tutti gli omologhi in circolazione, eccettuato

quello del Piazzani, si basavano invece su osservazioni singole, quindi affette da un alto rischio di errori.

Santini popolò il proprio catalogo selezionando da quello di Bessel, per ogni declinazione, tutte le stelle entro la 10^a magnitudine che risultavano essere distanziate l'una dall'altra al massimo di sei-otto minuti. Ogni stella era quindi osservata per tre sere successive, registrandone il passaggio per ciascuno dei cinque fili del micrometro e leggendo la corrispondente misura di altezza su tutti e quattro i nonî «ad oggetto di evitare possibilmente gli equivoci eventuali di una sola osservazione» (Santini 1840b, p. 52). Le misure di ascensione retta erano fornite da un orologio a pendolo, regolato a tempo siderale, che era stato realizzato dal meccanico dell'Osservatorio "Giuseppe Stefani" nel 1825.⁶ Alla media dei passaggi ai cinque fili era applicata la correzione sistematica alla misura del tempo desunta dalle osservazioni delle stelle fondamentali di quella sera, e in tal modo si determinavano le ascensioni rette apparenti. Il valor medio dei quattro nonî era invece corretto per la rifrazione atmosferica e per l'errore sistematico della livella a bolla. La distanza zenitale così ricavata, confrontata con la posizione del polo strumentale dedotto dalle osservazioni della stella polare e delle stelle fondamentali di quel giorno, forniva poi la declinazione apparente. Le osservazioni cominciavano poco dopo il tramonto e duravano circa un paio d'ore, dando modo di determinare le posizioni per circa una ventina di stelle a sera. Al termine della fase osservativa, tutte le misure erano riportate alla posizione vera e ridotte a un'epoca fissa, il primo gennaio 1840 o 1860. Nel resoconto introduttivo che diede alle stampe come prefazione al primo stralcio del catalogo, Santini si premurò di descrivere il più accuratamente possibile tutto questo processo osservativo, proprio «per comodo di chi volesse riscontrare negli archivi dell'Osservatorio tanto i calcoli relativi a queste riduzioni, quanto una qualche particolare posizione che divenisse sospetta» (Santini 1840b, p. 53): tutte le misure e i relativi calcoli sono tuttora conservati nell'archivio dell'Osservatorio.

4. Confronto con i moderni risultati di Gaia

I *Cataloghi padovani*, pur non essendo divenuti una classificazione di riferimento per la comunità astronomica internazionale, come fu invece per il successivo *Bonner Durchmusterung*,⁷ sono spesso citati in letteratura come esempio di lavoro astrometrico di altissima precisione. Per verificare quanto questa fama sia meritata, si è pensato di sottoporre un campione di dati a un confronto con le recenti misure rilasciate da Gaia, il satellite dell'Agenzia Spaziale Europea che sta compiendo una mappatura del cielo tramite misure astrometriche di altissima precisione e che compilerà un catalogo di oltre due miliardi di stelle fino alla magnitudine 20. La Fig. 2 mostra i risultati di

⁶ Quest'orologio è ora ospitato nella Sala degli Abati dell'Abbazia di Praglia, cui fu ceduto in modo informale probabilmente negli anni Settanta o Ottanta del secolo scorso.

⁷ Il *Bonner Durchmusterung* di F.W. Argelander, o *BD*, come divenne noto successivamente, fu portato a compimento tra il 1852 e il 1856 e costituì la prima classificazione completa delle stelle dell'emisfero boreale. I suoi numeri di catalogo sono usati tutt'oggi per l'identificazione delle stelle.

questo confronto. I circoletti pieni rappresentano la posizione delle stelle della prima *release* del catalogo TGAS⁸ (Gaia Collaboration 2016), mentre i quadratini vuoti sono le stelle tratte da uno dei *Cataloghi* di Santini, quello del 1861. Alcune di queste non hanno controparte Gaia per la parziale completezza del catalogo TGAS. Per un preciso confronto fra le coordinate, oltre ad applicare la precessione degli equinozi su un arco di 156 anni, le stelle devono essere corrette anche per moto proprio stellare, una quantità che può essere piuttosto consistente su una base temporale così lunga. La differenza delle coordinate così rettificata evidenzia come le misure padovane mostrino residui molto contenuti (Fig. 2) dell'ordine di circa 1'' in media. La distribuzione dei residui non è del tutto gaussiana e, mentre la declinazione non presenta residui sistematici apprezzabili, in ascensione retta lo spostamento è di circa 2.2'' del tutto ascrivibili al sistema di riferimento temporale. Deve essere tuttavia ancora identificata la sorgente dell'errore.

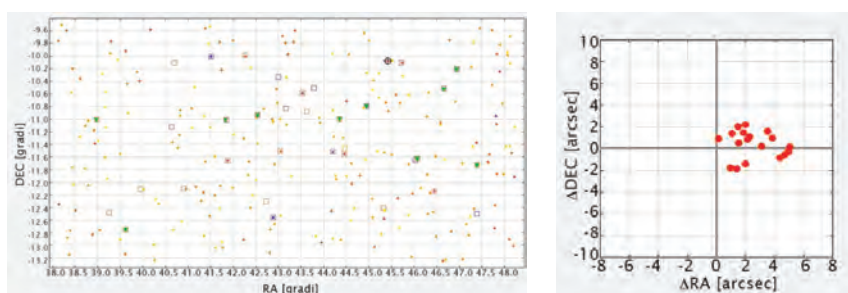


Fig. 2. Sinistra: un campione di stelle dei *Cataloghi padovani* messo a confronto con le corrispondenti stelle misurate da Gaia. La mancanza di controparti Gaia è dovuta all'incompletezza del catalogo TGAS. Destra: i residui delle posizioni per gli oggetti comuni ai due cataloghi una volta corrette le coordinate per precessione e moto proprio delle stelle

5. Conclusioni

I risultati di questo confronto ci dimostrano che la qualità delle osservazioni eseguite senza alcun ausilio fotografico, e ridotte con soli computi manuali, senza l'utilizzo di alcun calcolatore, era effettivamente di alto valore. Il passo successivo che s'intende intraprendere, una volta che Gaia avrà rilasciato i suoi risultati definitivi, è quello di eseguire il confronto sull'intera classificazione di Santini, per dare o no conferma generale a quanto ottenuto con un ridotto campione di stelle. Se i *Cataloghi padovani* fossero convalidati nella bontà delle loro informazioni, misure di oltre 150 anni fa

⁸ TGAS: un sottoinsieme della prima *release* del catalogo di Gaia che comprende le stelle dei cataloghi di Hipparcos e Tycho-2 per i quali è stato possibile trovare una soluzione astrometrica a 5 parametri. Per questo catalogo l'epoca di riferimento è il 2016.0.

potrebbero essere utilizzate ancor oggi per studiare, ad esempio, il moto proprio di una stella anomala.

Bibliografia

- Gaia Collaboration (2016). "The Gaia mission". *Astronomy & Astrophysics*, 595, A1.
- Imperiale Regio Istituto Politecnico di Vienna* (1818). Milano: Regia Stamperia.
- Lorenzoni G. (1888). "In occasione del primo centenario dalla nascita dell'astronomo Santini". *Atti e Memorie della R. Accademia di Scienze Lettere ed Arti in Padova*, Nuova serie, III, pp. 133-183.
- Pigatto L. (2006). *Vincenzo Chiminello secondo direttore della Specola di Padova*, in Pigatto L., Xausa F. (a cura di), *Astronomi del territorio marosticense alla Specola di Padova*. Cittadella: Bertinello Artigrafiche.
- Santini G. (1840a). "Relazione intorno alla costruzione ed uso del Circolo meridiano dell'I. R. Osservatorio di Padova". *Nuovi saggi dell'Accademia di Padova*, V, pp. 30-49.
- Santini G. (1840b). "Posizioni medie delle stelle fisse ridotte al principio dell'anno 1840 disposte in zone di 2° in 2° gradi rapporto alle loro declinazioni per servire alla formazione di un nuovo catalogo dedotte dalle osservazioni fatte nell'I. R. Osservatorio di Padova". *Nuovi saggi dell'Accademia di Padova*, V, pp. 50-112.
- Santini G. (1847). "Continuazione della Memoria inserita nel Volume precedente". *Nuovi Saggi dell'Accademia di Padova*, VI, pp. 233-312.
- Santini G. (1857a). "Notizie intorno ai micrometri formati nel campo oscuro di un cannocchiale con linee chiare e punti luminosi, dietro i progetti proposti dal ch.o sig. Simone Stampfer". *Atti dell'I. R. Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti*, Tomo II, Serie III, pp. 153-167.
- Santini G. (1857b). "Posizioni Medie di 2706 Stelle pel 1° Gennajo 1860 distribuite nella Zona Compresa fra 10° e 12° 30' di Declinazione Australe dedotte dalle Osservazioni fatte negli Anni 1856-57-58, nell'I. R. Osservatorio di Padova". *Memorie dell'I. R. Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti*, VII, pp. 311-392.
- Santini G. (1861). "Posizioni medie di 2246 stelle distribuite nella zona compresa fra li 12° 30' e li 15° di declinazione australe dedotte dalle osservazioni fatte dal sig. Trettenero nell'I. R. Osservatorio di Padova negli anni 1857-58-59-60-61". *Memorie dell'I. R. Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti*, X, pp. 231-308.
- Santini G. (1870). "Posizioni medie di 1425 stelle pel principio del 1860 distribuite nella zona compresa fra 0° e 3° di declinazione australe, dedotte dalle osservazioni fatte dal defunto prof. Trettenero nel R. Osservatorio di Padova a datare dal 18 aprile 1861 fino al 3 febbrajo 1863". *Memorie dell'I. R. Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti*, XV, pp. 329-374.
- Viario B., Silva G., Padova E. (1915). "Il nuovo micrometro e le livelle del Circolo Meridiano della Specola di Padova - Studio". *Atti del R. Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti*, LXXXV, pp. 1-28.

Zanini V. (2007). *Gli strumenti degli astronomi alla Specola di Padova*, in Ghetti M.C. (a cura di), *Storia delle Scienze e delle tecniche nell'Ottocento veneto: le scienze astronomiche*. Venezia: IVSLA.