

Giovanni Battista Amici

*Sopra alcuni Istrumenti
che servono a conoscere le situazioni parallele all'Orizzonte*

*Memoria letta all'I. e R. Accademia dei Georgofili di Firenze,
nell'Adunanza del 5 Marzo 1837.*

«Atti della R. Accademia economico-agraria dei Georgofili di Firenze»
Volume XV-1837
(pp. 129-136)

Sono ormai trascorsi più di otto anni che in un'adunanza della Reale Accademia delle scienze di Modena lessi la descrizione di un istrumento inserviente a determinare un piano orizzontale cui diedi il nome di livello galleggiante.

Quantunque per combinazioni particolari il mio scritto non sia stato fin'ora pubblicato (1), pure dal voto di parecchi intelligenti, come dal numero delle domande che in varie epoche mi sono state indirizzate per costruire siffatte macchinette, ho potuto convincermi che quel mio lavoro è stato in generale favorevolmente accolto.

Tuttavia, poiché è difficile e forse impossibile soddisfare il genio di tutti anche con le novità o miglioramenti che si riferiscono alla fisica, ho sentito da taluno osservare che la scatoletta del mercurio, sopra cui deve nuotare il galleggiante, potrebbe per inavvertenza essere urtata, e col cadere versarsi il liquido metallo, restando in tal modo esposto l'operatore alla disagiata necessità di interrompere l'intrapresa livellazione.

A questa opposizione, che è in libertà di ognuno considerarla grave, sarebbe credo inutile rispondere che gli astronomi viaggiatori non si sono mai lagnati della grande facilità di rovesciare le loro vaschette di mercurio, che formano l'orizzonte artificiale per uso del sestante di riflessione. Imperocché il paragone potrebbe giudicarsi fuor di proposito, mentre la destrezza che deve avere chi è avvezzo a trattar macchine delicate quali sono quelle che determinano la posizione degli astri, non si può supporre in un contadino o in un amatore possidente il cui scopo adoperando un livello, altro non è che di formare un prato irrigabile, di mettere in iscolo il proprio podere, o far altri lavori di simil genere.

Che se si suggerisse alle persone di limitata capacità di provvedersi di doppia dose di mercurio (giacché non si tratta che di sei once) e di serbarne una parte in una boccetta di legno da valersene in caso d'accidente, si rischierebbe di sentirsi ripetere che, come è traboccata la prima porzione, per lo stesso motivo può disperdersi la seconda, e l'istrumento rimanere inservibile.

Per appagare questa sorta di oppositori, presso i quali qualunque altra buona ragione non darebbe maggior credito al livello galleggiante, ho pensato che potrebbe essere opportuno di proporre loro un altro istrumento di diversa specie, in cui essendo rimosso il pericolo mentovato, servirebbe ad eseguire facilmente le livellazioni di moderata estensione; e ciò con esattezza superiore a quella che si possa sperare usando il comunissimo livello a boccette.

Ora la circostanza, in cui la mia qualità di accademico m'impone l'obbligo di trattar qualche argomento, mi si offre favorevole per far conoscere la forma semplice del nuovo ordigno, il quale se non procurerà all'agricoltura quei vantaggi che si riprometterebbero da una nuova vanga, o da un

(1) Vedi l'altra Memoria che in quest'occasione si stampa, p. 121.

nuovo aratro, servirà almeno a far numero e corredo con altri utensili di minor conto, che in qualche maniera giovano a differenti arti non che alla coltivazione de' campi.

Io non abuserò della pazienza dei dotti miei colleghi per trattenerli con una lunga descrizione di un oggetto che potrebbe stimarsi di troppo poca importanza. Alcuni cenni basteranno a darne una completa idea; e con questi non intendo che di aprirmi la via per presentare all'Accademia una macchina più compiuta, cioè un mio livello a canocchiale, nel quale la solidità del piede, la semplicità dei movimenti, e la novità del metodo di verifica forse non saranno indegni di richiamare per un momento l'attenzione di chi mi ascolta.

Il piccolo livello tascabile altro non è che un miglioramento che ho introdotto in quello che gli agrimensori adoprano per mettere orizzontali le tavolette pretoriane. Si sa che esso consiste in una lastra o riga piana di metallo sopra della quale viene fissato stabilmente un cannello di vetro che contiene lo spirito di vino e la bolla d'aria. In tale stato non può far conoscere che le inclinazioni del piano ove si poggia la riga di metallo, e non vale ad esplorare la differenza d'altezza degli oggetti circostanti. Per estenderlo a quest'utile scopo, ho aggiunto perpendicolarmente all'estremità del regolo due piccole ale rettangole, sul bordo superiore di una delle quali si adatta una specie di telajetto d'ottone che lascia una fessura più o meno aperta tra esso bordo ed il telajetto. Mirando per quella fessura gli oggetti lontani è manifesto che i raggi visuali, che rasentano il lembo superiore della seconda ala, saranno paralleli alla base del regolo ogni qualvolta le altezze delle due ale sieno uguali. Per conseguenza se la base si disporrà orizzontalmente anche i raggi visuali riesciranno parimenti orizzontali. Ora ad ottenere quest'ultima posizione serve la bolla d'aria, la quale con viti di registro e coll'inversione del livello si guida in maniera da trovarsi nel mezzo del cannello quando l'istrumento è rettificato. Non rimane che di assicurarsi della perfetta uguaglianza d'altezza delle due ale; ma l'osservatore ha in questo medesimo istrumento pronto il mezzo di verifica, imperocché basta che trasporti il telajetto sopra l'altra ala che ne era priva, e traguardi al rovescio: se i risultamenti riesciranno identici avrà un criterio che l'artista ha dato alla macchinetta quella perfezione che le conveniva. La curvatura poi del cannello essendo proporzionata al grado di precisione sperabile nel collimare ad occhio nudo, il corso della bolla si fa lento, e l'uso del livelletto non esige alcuna vite, ma soltanto una bietta ed un appoggio sopra una tavola o un piede qualunque. Con questo semplice sussidio saranno quindi praticabili delle livellazioni che il sifone ad acqua difficilmente condurrebbe a fine con altrettanta esattezza (2).

(2) A chi non teme di versare il mercurio potrebbe forse piacere un'altra specie di livello che io ho immaginato, il quale consiste in un solo prisma isoscele di vetro. Poggiando la faccia maggiore di questo sulla superficie del mercurio, il prisma si mette in equilibrio da se stesso, ed un raggio orizzontale proveniente da un oggetto, dopo essersi rifratto e riflesso nel prisma, esce parallelo alla prima direzione. Ora applicando l'occhio contro i raggi emergenti, e nel tempo stesso con parte della pupilla guardando fuori, si vedono gli oggetti nella posizione naturale e capovolti: ed è manifesto che tutti i punti coincidenti che appartengono alle medesime immagini diritte e rovescie, si troveranno nel piano orizzontale che passa per la superficie del mercurio. Un'oncia di questo metallo ed una scatoletta del diametro di un soldo che lo contenga col prisma, formerebbe tutto l'apparecchio.

Questa semplice idea eseguita in dimensioni più larghe si presta ad un interessante perfezionamento nell'uso degli istrumenti astronomici di riflessione. Quando si deve prendere col soccorso di un *orizzonte artificiale* l'altezza di un astro, si sa che l'operazione diventa impossibile ogni volta che si tratta di pochi gradi di elevazione; imperocché si rende imperfetta la riflessione de' raggi che cadono molto obliqui, ed anzi niuna riflessione succede quando i raggi siano paralleli alla superficie riflettente. Tali ostacoli sono tolti col prisma galleggiante. In fatti sia R (fig. 4) un oggetto tanto basso da non potersi vedere riflesso sulla superficie AB del liquido entro la vaschetta MN. Coll'aggiungere il prisma ACB, i raggi RF nell'incontro della faccia AC si piegheranno verso la base AB; dalla quale riflessi e nuovamente rifratti in G, usciranno dalla parte dell'osservatore. In questa maniera si può dunque con un *sestante* o *circolo di riflessione* determinare non solamente le piccole altezze ed i punti orizzontali, ma anche le depressioni di qualche grado sotto l'orizzonte medesimo; alle quali utili ricerche quei preziosi istrumenti a doppia immagine non si era prima saputo applicarli.

La verifica dell'orizzonte artificiale a prisma è poi molto semplice. Si fissa il cannocchiale in P, e si mira all'oggetto R. Poscia girando la vaschetta MN centottanta gradi in azimut, l'altezza di R non deve soggiacere a variazione alcuna, quando l'apparecchio sia perfettamente regolato. Se apparisce una spostatura ciò indica che la base AB non giace orizzontale, la qual cosa può derivare da differente peso, o diversità degli angoli A, B del prisma; oppure dalla curvatura sensibile della superficie del mercurio ristretto in una troppo piccola vaschetta. Si evitano questi difetti col fermare il prisma sopra una larga lamina di ferro, o con saldarlo a mastice sopra una lamina di vetro piano; mentre levando dalle lastre, ove occorra, più o meno di materia, si giunge coll'esperienza ad ottenere l'equilibrio necessario, il

Le grandi operazioni esigono macchine di un ordine superiore al livelletto tascabile accennato; ed il maggior livello che vado a descrivere soddisfa alle ricerche più delicate che la Geodesia possa richiedere. Esso consta di tre parti che ad una ad una farò conoscere; il *Piede*, il *Regolatore* ed il *Canocchiale* al quale solidamente sta collegato il perno di rotazione in azimut, e la canna a bolla d'aria.

L'asse del canocchiale di questo istrumento viene determinato dall'intersezione rettangolare di due fili di ragno posti in un tubo che entra in quello dell'obbiettivo, e che scorrendo longitudinalmente li porta nel piano dell'immagine ove si annichila la parallassi. Questo stesso tubo mediante due viti gira circolarmente onde mettere uno de' fili orizzontale e l'altro verticale. L'oculare ha un movimento suo proprio per trovare il punto di vista di diversi osservatori, e può cambiarsi in altri di maggiore o minore forza senza pericolo di alterare l'asse ottico. Quattro viti mantengono la canna di vetro congiunta al canocchiale nel mentre che due di queste guidano lateralmente una delle sue estremità, e le altre due spingono l'estremità opposta d'alto in basso o viceversa; cosicchè l'asse di curvatura interna della canna si può rendere parallelo all'asse ottico. Tale parallelismo non si sapeva trovare che col mezzo di due stazioni, e però gli ingegneri preferivano quelle costruzioni in cui, il livello essendo separato dal canocchiale, si fa la verifica con una stazione soltanto. Io adopero un metodo, che in appresso indicherò, il quale serve a verificare ogni sorta di livello senza muoversi dallo stesso posto; e dispensandoci dall'uso di movimenti ed artifici complicati rende la rettificazione più agevole, più spedita, e più permanente.

Il perno di rotazione in azimut come dissi sta pure unito al canocchiale, e vi è attaccato con due viti intorno alle quali si aggira e prende varie inclinazioni colla pressione di altre due viti di registro. Questo piccolo movimento è destinato a situare il perno normale all'asse ottico senza di che la visuale, invece di descrivere un piano, descriverebbe una superficie conica. Così si adempie ad una condizione importante che è quella che messo una volta l'asse ottico orizzontale si mantenga nella stessa posizione durante un intero giro d'orizzonte; condizione alla quale finora gli artefici non avevano soddisfatto che imperfettamente.

Stabilito l'asse della canna a bolla d'aria parallelo all'asse ottico, e reso il perno di rotazione perpendicolare a quest'ultimo, non occorre per segnare il piano orizzontale che situare il perno di rotazione verticalmente, ed a ciò si perviene col *Regolatore*. Questa seconda parte del mio istrumento corrisponde al piattino di certi livelli che come è noto si inclina e si mette orizzontale con quattro

quale si conserva esattamente e rende sempre la base del prisma orizzontale, purchè il galleggiante col mezzo d'una guida sia obbligato nel rimetterlo in uso a prendere la primiera posizione riguardo agli orli della vaschetta del mercurio.

Spiegazione delle figure 1, 2, 3 che sono il livello, il regolatore, ed il piede.

A, B. Tubo d'ottone che racchiude la canna di vetro, la quale superiormente è divisa col diamante in pollici e linee per indicare le estremità della bolla, e per conoscere il valore delle deviazioni angolari, che nel presente livello sono di tre minuti secondi per ogni linea del piede parigino.

C. Viti che servono a dare un movimento laterale al tubo A, B.

D. Viti che muovono il medesimo tubo d'alto in basso e viceversa.

E, F. Obbiettivo ed oculare del cannocchiale che ingrandisce 30 volte. All'oculare F doppio della forma di Ramsden si può sostituire un oculare quadruplo che mostri gli oggetti dritti.

G. Tubo che porta i fili in croce, il quale oltre il movimento longitudinale per togliere la parallassi gira ancora intorno l'asse ottico mediante due viti a bottone H che premono contro una lamina sporgente in fuori; e con ciò uno de' fili si pone orizzontale.

L. Perno di rotazione in Azimut.

M. Sue viti di correzione.

N. Cono cavo in cui entra il suddetto perno di rotazione.

PQ, RS, TV. Profilo di tre lamine che in piano hanno la forma di croci. Quella di mezzo che è imperniata nell'inferiore coll'estremità delle sue braccia U, riceve un movimento d'altalena dalla vite Y sopra della quale reagisce la molla X. L'altra croce superiore coll'azione della vite Z e della corrispondente molla opposta, prende intorno i poli P, Q un simile movimento d'altalena in senso rettangolare al primo; di maniera che coll'uso delle sole viti Y, Z, si mette prontamente verticale il perno di rotazione in Azimut.

K. Vite d'ottone nel centro del treppiedi sopra della quale si invita il *Regolatore*.

h. Viti che servono a serrare le gambe triangolare g contro la tavoletta superiore.

viti di un uso assai difficile ed imperfetto. Il mio Regolatore non ha che due viti le quali producono due movimenti rettangolari nel cono cavo entro cui si inserisce il perno di rotazione. Col fare agire una di queste si mette in centro la bolla in una data posizione del canocchiale, col fare agire l'altra si mette in centro la bolla quando il canocchiale abbia girato novanta gradi, e questo basta a farci certi che la visuale descriverà un completo piano orizzontale.

La terza ed ultima parte del mio istrumento cioè il Piede non ha bisogno che di un semplice sguardo perché ne venga apprezzata la solidità unita alla leggerezza. Esso piede non è che l'esecuzione di un disegno che io vidi di un simile pezzo fabbricato a Monaco nell'officina del celebre Reichembach.

Avendo qui terminato di far menzione di ciascuna parte che costituisce la macchina che è sotto gli occhi dell'Accademia, porrò fine al mio scritto dando a conoscere in poche linee il metodo da me praticato per verificare il livello con una sola stazione. A tal uopo io prendo un canocchiale qualunque che abbia all'oculare due fili in croce, e lo dirigo ad uno scopo lontano giudicato prossimamente orizzontale. Poscia mettendo l'obiettivo del canocchiale del livello contro l'obbiettivo del canocchiale provvisoriale guardo l'intersezione dei suoi fili; ed in questa posizione guido col registro la bolla d'aria nel mezzo della canna. Giro adesso il livello centottanta gradi in azimuth, e col *Regolatore* rimetto la bolla in mezzo se si fosse spostata. Se il canocchiale del livello collima allo scopo stesso ove era puntato il canocchiale provvisoriale l'istrumento sarebbe rettificato. Se mira ad uno scopo diverso, la metà della differenza d'altezza de' due scopi sarà il vero punto orizzontale che servirà alla rettificazione che si cerca. Rettificato una volta si potrà di tempo in tempo esaminarne la stabilità collo stesso processo; e per non essere obbligati a muovere il registro della bolla d'aria nel caso che fosse nel suo giusto posto, sarà utile di puntare il canocchiale provvisoriale non ad un oggetto giudicato prossimamente orizzontale, ma bensì ad un oggetto determinato dalla direzione del livello, il quale quando sia rimasto inalterato incontrerà subito l'intersezione de' fili del canocchiale col girarlo 180.° in azimuth. L'esperienza comprova che un livello della forma che ho descritto conserva permanentemente la sua rettificazione quando non sia esposto a forti scosse o a temperature molto diverse; ed è di più facile e comodo uso di quelli che si trovano nelle mani de' nostri ingegneri.