

# DEL CALCOLO GRAFICO

## DEI

# MOVIMENTI DI TERRA

### NOTA

DELL'INGEGNERE CAMILLO GUIDI

Fra le applicazioni interessanti del Calcolo Grafico alle questioni attinenti all'ingegneria, va certamente annoverata quella relativa al calcolo dei movimenti di terra che si devono eseguire per la costruzione di strade, canali ecc. Questo problema, il quale viene più spesso risolto con calcoli numerici, può e lo è stato già trattato graficamente (1). Per altro in grazia di nuovi metodi d'integrazione, dei quali è venuto recentemente in possesso il Calcolo Grafico (2) e dietro un procedimento ideato dallo scrivente per ridurre le varie sezioni trasversali ad una determinata base, si può rendere così semplice ed elegante la trattazione grafica di questo problema, che seppure non fosse da preferirsi alla trattazione analitica, potrebbe senza dubbio con vantaggio accompagnarla; ed è ciò che ci proponiamo di mostrare con un esempio, del quale non faremo che spiegare le costruzioni eseguite, rimandando il lettore, per ciò che riguarda la teoria, ai luoghi citati.

La *Figura 1* rappresenta il profilo longitudinale della strada, le successive ordinate segnate coi numeri progressivi rappresentano i profili delle sezioni trasversali, le quali vennero disegnate nelle *Figure 5, 6, 7*. Ammesso che in tutto il tronco di strada si mantengano costanti le inclinazioni delle scarpe dei riporti e delle trincee, le diverse sezioni di una stessa specie cioè di riporto o di sterro o miste non differiscono che per l'intersezione col terreno: vennero quindi aggruppate in una stessa figura tutte le sezioni di una medesima specie. Si rappresentò inoltre per le varie sezioni con una sola retta l'intersezione col terreno; giacchè seppure ciò non potesse farsi con sufficiente approssimazione, si

potrebbe sempre coi metodi del Calcolo Grafico sostituire alla reale intersezione una retta di compenso.

Con questi dati proponiamoci di risolvere il doppio problema di determinare la spesa (relativa soltanto ai movimenti di terra) occorrente per la costruzione del tronco stradale e di definire il modo di eseguire tale lavoro.

Nell'esempio che illustriamo si suppone che la terra di scavo venga trasportata lungo l'asse della strada per utilizzarla nei riporti, che lo scavo superi il riporto e che siano note le distanze dalla prima e dall'ultima sezione di due luoghi di scarico per la terra di rifiuto.

Prima di ogni altra cosa si ridussero le aree delle sezioni trasversali ad una medesima base. Il metodo seguito per tale operazione, e che ora passiamo ad esporre, ci sembra abbia qualche vantaggio su quelli già conosciuti. Si prepari un foglio di tela lucida rappresentato nella *Fig. 4*, sul quale si segnino due assi, per esempio ad angolo retto  $OX, OY$ : si prenda una lunghezza  $OP$  su uno di essi eguale al doppio della base  $a$  di riduzione delle sezioni trasversali: si ripieghino di una certa quantità due dei lembi del foglio in modo che le linee di piegatura  $LL, L_1 L_1$  siano parallele all'asse  $X$ . S'intrometta fra il foglio di tela e le sue parti ripiegate un foglio di carta alquanto consistente  $UVWZ$ , di cui il lembo  $UV$  sia normale ai due  $LL, L_1 L_1$ : introducendo od estraendo il foglio di carta da quello di tela il lembo  $UV$  si sposta parallelamente all'asse  $Y$ . Si prepari inoltre una strisciolina di cartoncino, come è indicato nella figura e la si appunti in  $P$  per mezzo di uno spillo, in modo che quando si fa rotare la strisciolina intorno a  $P$  lo spigolo  $ss$  passi costantemente per tale punto.

(1) CULMANN. *Statique Graphique*, Trad. franc. 1880.

(2) SAVIOTTI. *Giornale del Genio Civile*, marzo 1882.

Ciò posto, si voglia ridurre alla base  $a$  una sezione per esempio di riporto, e sia quella indicata col numero 11: tale sezione, (Fig. 5), può considerarsi come differenza fra i due triangoli OMN, OAB, e quindi la misura della sezione sarà fornita dalla differenza delle misure di questi due triangoli. Facendo centro in O si descriva un piccolo arco tangente alla MN, con che si ottiene l'altezza OH del triangolo OMN e la si porti sul foglio di tela in PH, mentre coll'altra mano si farà scorrere il foglio di carta in modo che il lembo UV passi per H'; quindi si prenda col compasso la base MN del triangolo OMN e la si porti in OM' sul foglio di tela e coll'altra mano si faccia rotare la strisciolina di cartone finché lo spigolo  $ss$  passi per M'. Dalla similitudine dei due triangoli PH'K, POM' si deduce che il segmento H'K è la misura del triangolo OMN ridotto alla base  $a$ . Nella stessa maniera si ottiene la misura del triangolo OAB, la quale è la stessa per tutte le sezioni di riporto, essendosi supposta costante l'inclinazione delle scarpe. Sia  $OO_1$  la misura di tale triangolo, conduciamo la  $O_1P_1$  parallela all'asse X, risulterà  $QK=H'K-H'Q$  la misura cercata della sezione trasversale. Quindi per avere la misura di una sezione qualunque di riporto, dopo aver trovato nel modo sopra descritto la misura del grande triangolo, basterà prenderne la porzione intercetta fra lo spigolo  $ss$  della strisciolina di cartone e la  $P_1O_1$  che perciò può chiamarsi *fondamentale per le sezioni di riporto*.

Similmente possiamo costruire una fondamentale per le sezioni di sterro, la quale dista dall'asse X della quantità  $OO_2$  che rappresenta la misura dell'area OCDABEF, (Fig. 7), ridotta alla base  $a$ . Riguardo alle sezioni miste la porzione di esse che è in riporto è rappresentata da un triangolo e quindi la fondamentale è lo stesso asse X; la porzione in sterro è costituita da un triangolo più la sezione del fosso di scolo; ridotta quest'ultima alla base  $a$ , se ne riporti la misura al disotto dell'asse X e si conduca per l'estremità la parallela al detto asse, ed essa rappresenterà la fondamentale per la porzione in sterro delle sezioni miste.

Tracciate queste fondamentali, con egual metodo e con eguale celerità si determina la misura di una qualsiasi sezione trasversale. Non potendosi appuntare il compasso esattamente nel punto P per la presenza della strisciolina di cartone e dello spillo, può convenire di portare la misura PH' su di un'altra fondamentale, per esempio su quella  $P_2O_2$  a partire da  $P_2$ .

Le misure delle singole sezioni trasversali, dedotte nel modo ora indicato, hanno servito a costruire il profilo delle aree. Fig. 2 (1). Le piccole aree di questo profilo, che vennero punteggiate, rappresentano il volume di terra (ridotto alla base  $a$ ) che si compensa trasversalmente ossia per paleggio. Si è cominciato a determinare questo volume per mezzo dell'integrazione grafica nella figura stessa rappresentata. Riportate sulla verticale per  $n$  a partire da  $n$  le altezze medie delle varie striscie componenti l'area suddetta, e quindi proiettate queste misure dal polo O, distante della base di riduzione  $b$ , si è costruito il poligono d'integrazione, i cui lati sono paralleli ai raggi del fascio O ed i cui vertici cadono sulle verticali delle striscie; l'ordinata estrema  $y$  di tale poligonale rappresenta l'area punteggiata, ridotta alla base  $b$ , e quindi il volume del paleggio viene misurato dal prodotto  $aby$ .

Eliminato così il volume di paleggio, il profilo delle aree si riduce a due monti, rappresentanti volumi di sterro, e ad una valle rappresentante volume di riporto. Prima di passare all'integrazione di queste aree, affinché la linea integrale più si avvicinasse alla vera, furono suddivise con altre verticali quelle strisce, per le quali la differenza fra i lati paralleli era considerevole. Proiettate quindi tutte le altezze medie delle strisce del primo monte e della valle sulla verticale condotta pel punto di passaggio e quelle dell'ultimo monte sulla verticale estrema, furono proiettate tali misure dai poli  $O_1$  e  $O_2$  distanti della base di riduzione  $b$ , e quindi partendo da un punto qualunque M della prima verticale (Fig. 3), fu costruita la linea integrale MNPQ, le cui ordinate contate a partire dal primo lato orizzontale che passerebbe per A, rappresenterebbero la somma algebrica dei volumi a partire dall'origine del tronco stradale. Condotte due verticali, le quali distino dalle sezioni estreme di una distanza eguale a quella del luogo di scarico delle terre di rifiuto, si prolungarono fino ad esse il primo e l'ultimo lato della linea integrale, e quindi si passò alla ricerca della linea di minima spesa. L'ordinata MH rappresenta ciò che nell'analisi è la costante dell'integrazione.

Condotte le verticali per i punti d'intersezione della linea di minima spesa colla linea dei

(1) Qualora fosse il caso di tener conto dell'aumento di volume delle terre scavate, basterebbe moltiplicare le ordinate delle sezioni di sterro per un rapporto costante: operazione che si eseguisce pure graficamente.

volumi si determinarono i compartimenti esatti di lavoro AB, BG (Fig. 1), con che resta stabilito il modo di eseguire la costruzione del tronco stradale.

Da ultimo si passò alla ricerca dei momenti di trasporto, i quali, com'è noto, si ottengono integrando le aree racchiuse fra la linea dei volumi e quella di minima spesa.

Poiché nell'eseguire queste integrazioni furono prese come basi di riduzione le ordinate massime Y rappresentanti i volumi totali da trasportarsi, così le misure D provenienti dalle integrazioni, rappresentano le distanze medie di trasporto. Riguardo alla costruzione, queste linee integrali non differiscono punto da quelle già spiegate.

Con ciò è risoluto completamente il doppio problema che ci siamo proposti; ed infatti riguardo al modo di eseguire il lavoro abbiamo già veduto come esso resti completamente definito; riguardo poi alla spesa, che rappresenteremo con S, se s'indicano con  $a, b, g$  della quantità ben determinate in ogni caso speciale, essa viene espressa, come è noto, dalla formola

$$S = ab (\alpha \sum y + \beta \sum Y + \gamma \sum YD).$$

Non rimane quindi per tradurre quest'espressione in numeri che, dopo aver sostituito ad  $a, b, g$  i loro valori, leggere sul disegno le grandezze  $y, Y, D$  avvertendo che le  $y$  e  $Y$  vanno lette nella scala delle altezze e le  $D$  in quella delle lunghezze.

## NELL'APERTURA DELLA NUOVA CHIESA

### DI S. GIOVANNI EVANGELISTA

eretta dal Sac. D. GIOVANNI BOSCO in Torino

1882.

*Cuique suum!*... Gran bel detto! il quale se avesse in ogni senso la perfetta sua realizzazione, il decalogo otterrebbe il suo perfetto adempimento.

Siamo bensì nell'epoca delle revisioni: sgraziatamente non pare sulla via di riuscire a quella proposta. Ma veniamo all'argomento. Non è di morale che vogliamo trattare, bensì d'arte, nell'occasione dell'apertura della nuova Chiesa che il benemerito Sac. Don GIOVANNI BOSCO eresse al proprio Titolare su disegni forniti dal sottoscritto (1).

Coll'apertura di questo Monumento egli segna la sua ritirata dalla carriera artistica attiva, la chiusura del proprio studio e lo spiacevole ingresso ad una forzata giubilazione, dopo altri trent'anni di artistica operosità passionatamente coltivata, e ben compensata da preziosi rapporti artistici, dalla conoscenza di distinte persone e da qualche felice riuscita delle proprie opere a loro in gran parte dovuta. Lo scopo di questo

scritto è quello appunto di renderne loro pubblica testimonianza.

A sollievo di precoci disillusioni datomi nella mia fiorente età a percorrere i paesi della Germania, nell'interesse di studio dell'architettura gotica, rimasi attratto dalle bellezze e proprietà delle decorazioni delle Chiese intraprese allora nella Baviera, delle splendidezze e generosità del re Luigi.

Rimpatriato, ne parlai con artisti miei amici, e colle loro cooperazioni mi imposi il compito di Riformatore delle decorazioni sacre, a mio credere mal interpretate fra noi. Non fui punto geloso del mio titolo, assunto con non maggior diritto, forse con migliori intenzioni di chi oggidì assume la rappresentanza nazionale, e lo conferii tosto a quelli che valsero quanto e più di me ad attivare la proposta riforma; ed è qui che il mio *cuique suum* trova la prima sua applicazione.

L'individuo da me scelto ad organo principale per la realizzazione dei miei progetti fu il Pittore CARLO COSTA Vercellese, da me conosciuto fin da piccino per svegliatezza d'ingegno e per bontà di cuore. Lo condussi meco in Germania, ed alla perspicacia del suo genio bastò

(1) Qualche particolare fu disegnato da altri, od arbitrariamente variato pendente esecuzione. Si noti fra i primi le imposte della porta principale, e fra i secondi il pavimento inferiore della Chiesa, precedente il presbitero.