

Topografia e disegno

Carlo Spadola

Gli studi relativi al conseguimento del diploma di «Perito Tecnico Industriale ad indirizzo Edile» sono, fra l'altro e per lo più, indirizzati a far acquisire cognizioni riguardanti le metodologie, i materiali e i calcoli relativi alle costruzioni. La topografia, inserita nel piano di studi, costituisce un buono e valido sussidio allo svolgimento della professione, senza esserne la caratteristica principale.

Stupisce, quindi, l'impostazione del tema di esame che, pur nella rigorosa applicazione degli argomenti studiati dal candidato, ne esige per la soluzione una calcolazione lunga e ripetitiva.

Infatti due applicazioni del «problema d'intersezione inversa», ovvero due «Pothénot», nello stesso tema, per determinare le coordinate di due vertici, oltre all'inutile ripetizione di lunghi calcoli, non sembra essere il meglio che si possa richiedere per far iniziare lo svolgimento della prova e controllare lo stato di preparazione dei candidati.

Continuando l'analisi del tema proposto, è apprezzabile, al contrario, la ricerca della quota compensata di un vertice utilizzando la livellazione trigonometrica, metodo generalmente non molto frequentato nella didattica corrente, ma assai valido professionalmente.

Il quesito concernente la sistemazione del terreno tramite uno spianamento orizzontale, pur essendo valido per la verifica delle conoscenze dei candidati, origina, nel tema proposto, una lunga serie di suddivisioni di triangoli e relativi numerosi calcoli per determinare i volumi di sterro e di riporto.

Bene, infine, a conclusione del tema, la richiesta di far indicare al candidato, purtroppo solo facoltativamente, un metodo per l'esecuzione del rilievo alternativo a quello proposto dalla traccia.

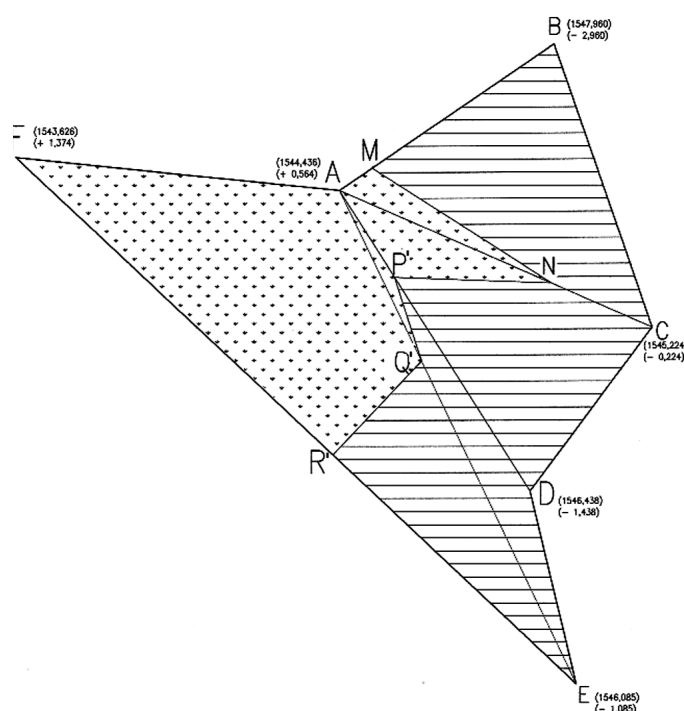
Soluzione

1. Le coordinate planimetriche dei vertici A e C

Sia per il vertice A che per il vertice C le coordinate si ottengono applicando rispettivamente a ciascuno dei quadrilateri APQR e CSTZ il problema di Pothénot (intersezione inversa), ottenendo:

Vertice A: $X_A = 341,298$; $Y_A = 325,632$

Vertice C: $X_C = 377,751$; $Y_C = 258,785$.



Si possono poi verificare i risultati trovati analiticamente anche attraverso l'applicazione delle soluzioni grafiche.

2. Le coordinate planimetriche dei vertici B, D, E, F

Calcolato l'azimut

$$(AB) = 62^{\circ},0000 ;$$

$$(BA) = (AB) + 200^{\circ} = 262^{\circ},0000$$

$$X_B = X_A + AB \sin (AB) = 241,298 + 126,580 \sin 62^{\circ},0000 = 345,989$$

$$Y_B = Y_A + AB \cos (AB) = 325,632 + 126,580 \cos 62^{\circ},0000 = 396,778.$$

$$\text{L'angolo } ZCE = 221^{\circ},9991 - 122^{\circ},3987 = 99^{\circ},6004$$

$$(CZ) = (ZC) - 200^{\circ} = 307^{\circ},9994 - 200^{\circ} = 107^{\circ},9994$$

$$(CE) = (CZ) + ZCE = 107^{\circ},9994 + 99^{\circ},6004 = 207^{\circ},5994$$

$$X_E = X_C + CE \sin (CE) = 377,751 + 174,660 \sin 207^{\circ},5994 = 356,951$$

$$Y_E = Y_C + CE \cos (CE) = 258,785 + 174,660 \cos 207^{\circ},5994 = 85,368.$$

L'angolo $ECD = 246^{\circ},2356 - 221^{\circ},9991 = 24^{\circ},2365$
 $(CD) = (CE) + ECD = 207^{\circ},5994 + 24^{\circ},2365 = 231^{\circ},8359$

$X_D = X_C + CD \sin (CD) = 377,751 + 90,720 \sin 231^{\circ},8359 = 334,251.$
 $Y_D = Y_C + CD \cos (CD) = 258,785 + 90,720 \cos 231^{\circ},8359 = 179,174.$

L'angolo $DCF = 331^{\circ},9087 - 246^{\circ},2356 = 85^{\circ},6731$
 $(CF) = (CD) + DCF = 231^{\circ},8359 + 85^{\circ},6731 = 317^{\circ},5090$
 $X_F = X_C + CF \sin (CF) = 377,751 + 305,608 \sin 317^{\circ},5090 = 83,628$
 $Y_F = Y_C + CF \cos (CF) = 258,785 + 305,608 \cos 317^{\circ},5090 = 341,780.$

3. La quota compensata del vertice A, tenendo conto delle diverse distanze dei trigonometrici P, Q, R.

Applicando la livellazione trigonometrica da un estremo, nella direzione AP si ha:
 $\Delta_{AP} = AP \cotg z_P + H_A + (1 - K)(AP)^2 / 2R = 595,88$
per cui la quota di A, calcolata rispetto al dislivello Δ_{AP} è :
 $Q_A = Z_P - \Delta_{AP} = 2.140,37 - 595,88 = 1.544,49.$

Applicando la livellazione trigonometrica da un estremo, nella direzione AQ si ha:

$\Delta_{AQ} = AQ \cotg z_Q + H_A + (1 - K)(AQ)^2 / 2R = 372,14$
per cui la quota di A, calcolata rispetto al dislivello Δ_{AQ} è:
 $Q_A = Z_Q - \Delta_{AQ} = 1.544,38.$

Applicando la livellazione trigonometrica da un estremo, nella direzione AR si ha:
 $\Delta_{AR} = AR \cotg z_R + H_A + (1 - K)(AR)^2 / 2R = 281,63$
per cui la quota di A, calcolata rispetto al dislivello Δ_{AR} è :
 $Q_A = Z_R - \Delta_{AR} = 1.544,44.$

La quota compensata di A è:
 $Q_{A(compensata)} = (1.544,49 + 1.544,38 + 1.544,44) / 3 = 1.544,436.$

4. Le quote compensate dei vertici B, C, D, E, F

La somma algebrica dei dislivelli ottenuti con la livellazione geometrica dovrà essere nulla: $\Delta_{AB} + \Delta_{BC} + \Delta_{CD} + \Delta_{DE} + \Delta_{EF} + \Delta_{FA} = -0,011$ per cui «- 0,011» rappresenta l'errore di chiusura; l'errore unitario:
 $U = -0,011 / \Sigma|\Delta| = -0,011 / 11,099 = -0,00099108.$

LA TRACCIA MINISTERIALE

Indirizzo Edilizia

TEMA DI TOPOGRAFIA E DISEGNO

Per sistemare un terreno ABCDEFA, i cui vertici si susseguono in senso orario, si è fatta stazione in due punti A e C in quanto da A è visibile solo il vertice B, mentre da C sono visibili i rimanenti vertici. Per l'orientamento del rilievo, da A si sono collimati tre trigonometrici P, Q, R (il punto A si trova alla destra di un osservatore che da P guarda il vertice Q) e da C altri tre trigonometrici S, T, Z (il punto C si trova alla destra di un osservatore che da S guarda il vertice T) le cui coordinate sono di seguito riportate:

Xp = - 2469,884 m;

XQ = -366,200 m;

XR = 759,670 m;

Yp = 2929,018 m;

YQ = 787,150 m;

YR = 2954,338 m;

Zp = 2140,37 m;

ZQ = 1916,52 m;

ZR = 1826,08 m;

XS = 2099,264 m;

XT = 2158,794 m;

XZ = 1129,102 m;

YS = 4083,540 m;

YT = 1443,270 m;

YZ = 163,872 m.

La sistemazione prevede uno spianamento orizzontale a quota 1.545,00 m e a tal fine si è effettuato il rilievo del terreno formato dalle falde ABC, ACD, ADE, AEF, utilizzando un teodolite elettronico centesimale; i risultati del rilievo sono raccolti nel seguente libretto (cfr. a destra):

Il Tecnico incaricato, per la determinazione delle quote dei vertici, ha effettuato una livellazione geometrica dal mezzo composta, ottenendo i seguenti dislivelli:

$\Delta_{AB} = + 3,521$ m;

$\Delta_{BC} = - 2,739$ m;

$\Delta_{CD} = + 1,213$ m;

$\Delta_{DE} = - 0,354$ m;

$\Delta_{EF} = - 2,462$ m;

$\Delta_{FA} = + 0,810$ m.

Il Candidato determini:

1. Le coordinate planimetriche dei vertici A e C.

2. Le coordinate planimetriche dei vertici B, D, E, F.

3. La quota compensata del vertice A, tenendo conto delle diverse distanze dei trigonometrici P, Q, R.

4. Le quote compensate dei vertici B, C, D, E, F.

5. I volumi di scavo e di riporto necessari per sistemare il terreno a superficie orizzontale.

Il candidato, facoltativamente, indichi infine quale schema di rilievo alternativo e quale strumentazione avrebbe utilizzato per eseguire il rilievo del terreno.

stazione	Punti collimati	C.O. (gon)	C.V. (gon)	Distanze (m)	NOTE
A HA=1,58m	P	0.0000	90,0326		K = 0.14 R =6.377.000 m L'altezza del segnale collimato è nulla
	Q	26,2124	85,3653		
	R	63,6860	93,3812		
	B	113,2911		126,580	
C	S	41,3240			
	T	77,0370			
	Z	122,3987			
	E	221,9991		174,660	
	D	246,2356		90,720	
	F	331,9087		305,608	

NUOVA SECONDARIA - N. 4 2007 - ANNO XXV 113

I dislivelli corretti sono:

$\Delta' = \Delta + U \times \Delta$ ottenendo quindi

$\Delta'_{AB} = +3,524$; $\Delta'_{BC} = -2,736$; $\Delta'_{CD} = +1,214$;

$\Delta'_{DE} = -0,353$; $\Delta'_{EF} = -2,459$; $\Delta'_{FA} = +0,810$

e la somma algebrica é nulla.

Le quote compensate dei vertici sono:

$Q_B = Q_A + \Delta'_{AB} = 1.544,436 + 3.524 = 1.547,960$

$Q_C = Q_B + \Delta'_{BC} = 1.547,960 + (-2,736) = 1.545,224$

$Q_D = Q_C + \Delta'_{CD} = 1.545,224 + 1,214 = 1.546,438$

$Q_E = Q_D + \Delta'_{DE} = 1.546,438 + (-0,353) = 1.546,085$

$Q_F = Q_E + \Delta'_{EF} = 1.546,085 + (-2,459) = 1.543,626$

$Q_A = Q_F + \Delta'_{FA} = 1.543,626 + 0,810 = 1.544,436$

5. I volumi di scavo e di riporto

Calcolo dei lati

$AB = 126,580$

$AC^2 = (X_C - X_A)^2 + (Y_C - Y_A)^2 = 23.087,2831$ $AC = 151,945$ m

$AD^2 = (X_D - X_A)^2 + (Y_D - Y_A)^2 = 30.089,4123$ $AD = 173,463$ m

$AE^2 = (X_E - X_A)^2 + (Y_E - Y_A)^2 = 71.102,4061$ $AE = 266,503$ m

$AF^2 = (X_F - X_A)^2 + (Y_F - Y_A)^2 = 25.120,982$ $AF = 158,496$ m

$FE^2 = (X_E - X_F)^2 + (Y_E - Y_F)^2 = 140.453,634$ $FE = 374,771$ m.

In riferimento alla quota di progetto 1.545,00 m le quote rosse dei vari vertici sono:

in A = + 0,564; in B = - 2,69; in C = - 0,224; in D = - 1,438

in E = - 1,085; in F = + 1,374.

Punti di passaggio

Fra A e B il punto M

$AM = AB \times 0,564 / (0,564 + 2,96) = 20,258$ m

LA TRACCIA MINISTERIALE

Indirizzo Geometri
TEMA DI TOPOGRAFIA

Dovendosi realizzare lavori di natura planimetrica (frazionamenti) ed altimetrica (spianamenti) in un terreno ABCDEFGA, i cui vertici si susseguono in senso orario, sono stati misurati tutti i lati, alcuni angoli interni del terreno, in quanto non tutti i vertici risultano reciprocamente visibili, ed alcune quote.

I risultati del rilievo sono riportati nella seguente tabella:

LATI	(metri)	ANGOLI	(gon)	QUOTE	(metri)
AB=	527,321	EAB=	92,3258	del vertice A	601,454
BC=	358,396	AED=	58,3215	del vertice E	619,327
CD=	456,321	GFE=	135,2215	del vertice F	605,327
DE=	495,398	BCD=	85,3215	del vertice G	590,328
EF=	402,528				
FG=	597,421				
GA=	728,429				

Il candidato:

- Calcoli le coordinate dei vertici del terreno rispetto ad un sistema di assi cartesiani che ha origine in E e semiasse positivo delle Y passante per il vertice A
- Frazioni il terreno ABCDEA, di eguale valore in tutta la sua estensione, in tre parti, S₁, S₂, S₃, rispettivamente proporzionali ai numeri

m= 1, n= 2, p= 3, con dividenti paralleli al lato AE, sapendo che S₁ deve contenere il lato EA ed S₃ il vertice C

3. Progetti la sistemazione altimetrica del terreno AEFGA, formato dalle falde triangolari AEG ed EFG, con uno spianamento orizzontale di compenso, determinando i relativi volumi di scavo e di riporto

4. Nell'ipotesi di voler realizzare del territorio una carta in scala 1:500 e si stabilisca:

- di effettuare il volo per la presa dei fotogrammi secondo paralleli all'asse delle x
- il tempo di esposizione dell'obiettivo, pari a 0,001 secondi
- un trascinamento massimo di 0,03 millimetri
- una sovrapposizione longitudinale tra i fotogrammi di una stessa strisciata del 60%
- una sovrapposizione trasversale tra due strisciate consecutive del 20%
- l'utilizzo di una camera da presa grandangolare, con distanza principale di 153,000 millimetri
- il formato dei fotogrammi 230 x 230 millimetri,

calcoli:

- La quota media del volo, la velocità massima che potrà tenere l'aereo ed il corrispondente intervallo di tempo tra due scatti successivi
- Il numero delle strisciate, quello dei fotogrammi per ciascuna strisciata e quello complessivo.
- Alleggi i seguenti disegni in scala opportuna:
 - Esplicazione grafica del frazionamento del terreno ABCDEA
 - Il piano quotato del terreno AEFGA, evidenziando la parte di scavo da quella di riporto
 - Il grafico del piano di volo.

Come snellire la soluzione?

L'impostazione generale del tema è nel complesso ben articolata e congrua con il programma che normalmente si svolge nel quinto anno, specificatamente con riferimento agli argomenti concernente la «divisione dei terreni», gli

«spianamenti» e la «fotogrammetria aerea».

Al contrario, la parte riguardante i dati forniti nella tabella dei risultati del rilievo (angoli e distanze), con una candida giustificazione («non tutti i vertici risultano reciprocamente visibili»), pur risultando esaustiva degli elementi necessari alla soluzione, appare «inopportunosamente scarna». Sarebbe bastato, con un po' di «visibilità» in più, fornire la

$$MB = AB - AM = 126,580 - 20,258 = 106,321 \text{ m}$$

Fra A e C il punto N

$$AN = AC \times 0,564 / (0,564 + 0,224) = 108,752 \text{ m}$$

$$NC = AC - AN = 151,945 - 108,752 = 43,193 \text{ m}$$

Fra A e D il punto P'

$$AP' = AD \times 0,564 / (0,564 + 1,438) = 48,867 \text{ m}$$

$$P'D = AD - AP' = 173,463 - 48,867 = 124,596 \text{ m}$$

Fra A e E il punto Q'

$$AQ' = AE \times 0,564 / (0,564 + 1,085) = 91,151 \text{ m}$$

$$Q'E = AE - AQ' = 266,503 - 91,151 = 175,352 \text{ m}$$

Fra F e E il punto R'

$$FR' = FE \times 1,374 / (1,374 + 1,085) = 209,408 \text{ m}$$

$$R'E = FE - FR' = 374,771 - 209,408 = 165,363 \text{ m}$$

Calcolo dei volumi di riporto

Nel triangolo MAN:

$$\text{Superficie: } S_{MAN} = 1/2 \text{ AM} \times \text{AN} \sin \text{MAN} = 956,84 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume riporto } V_{MAN} = S_{MAN} \times 0,564 / 3 = 179,88 \text{ m}^3$$

lettura di almeno un altro angolo, in posizione appropriata, per snellire la soluzione, puramente trigonometrica, della prima parte del tema, e permettere ai candidati di concentrarsi, nel tempo a disposizione, alla soluzione delle successive parti prettamente topografiche della prova. Infatti, nelle soluzioni proposte, ad esempio quella del «Corriere della Sera», si utilizza l'ausilio di triangoli rettangoli per ottenere tutti gli elementi necessari per la ricerca delle coordinate dei vertici oggetto della primo quesito della prova.

Per il resto, come già detto, il tema è abbastanza valido per la verifica delle conoscenze, per lo meno teoriche, della materia d'esame, e sono soddisfacenti gli altri dati forniti dal testo, specialmente per la parte fotogrammetrica.

Disciplina di specializzazione

La Topografia è la disciplina di maggior specializzazione del Geometra, che ne caratterizza gli studi e l'attività di lavoro, rispetto ad altri atti professionali come la progettazione delle strutture e la progettazione architettonica (oggetto di approfondimenti da parte di altri ordini di studio e altre professioni).

Vale quindi la pena, nel corso degli studi, di stimolare una maggior partecipazione dello studente alla ricerca di valide motivazioni nella soluzione dei problemi topografici, sia nell'aspetto teorico scientifico, sia nell'aspetto pratico di rilievo con l'appropriato uso della strumentazione più moderna messa a disposizione dal mercato.

Per tali motivi un auspicio per le prossime prove di esame è quello di coinvolgere il candidato, non solo nella applicazioni metodica di formule e nello svolgimento di calcoli, ma anche nelle scelte operative, facendogli stabilire i metodi di rilievo e di «restituzione» più idonei alle varie situazioni descritte dal testo della prova.

Carlo Spadola
già docente negli Istituti Tecnici

Nel triangolo NAP':

$$\text{Superficie: } S_{NAP'} = 1/2 \text{ AN} \times \text{AP}' \sin \text{NAP}' = 1.388,023 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume riporto } V_{NAP'} = S_{NAP'} \times 0,564 / 3 = 260,948 \text{ m}^3$$

Nel triangolo P'AQ'

$$\text{Superficie: } S_{P'AQ'} = 1/2 \text{ AP} \times \text{AQ}' \sin \text{P'AQ}' = 259,774 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume riporto } V_{P'AQ'} = S_{P'AQ'} \times 0,564 / 3 = 48,837 \text{ m}^3$$

Nel triangolo FAQ'

$$\text{Superficie: } S_{FAQ'} = 1/2 \text{ AF} \times \text{AQ}' \sin \text{FAE} = 6.155,57 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume riporto } V_{FAQ'} = S_{FAQ'} \times 0,564 / 3 = 1.157,248 \text{ m}^3$$

Nel triangolo Q'FR':

$$\text{Superficie: } S_{Q'FR'} = 1/2 \text{ FQ}' \times \text{FR}' \sin \text{Q'FR}' = 6.978,120 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume riporto } V_{Q'FR'} = S_{Q'FR'} \times 1,374 / 3 = 3.195,98 \text{ m}^3$$

Volume totale di riporto:

$$V_R = V_{MAN} + V_{NAP'} + V_{P'AQ'} + V_{FAQ'} + V_{Q'FR'} = 4.842,893 \text{ m}^3$$

Calcolo dei volumi di sterro

Nel triangolo MBC:

$$\text{Superficie: } S_{MBC} = 1/2 \text{ MB} \times \text{BC} \sin \text{MBC} = 7.149,65 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume sterro: } V_{MBC} = S_{MBC} \times (2,965 + 0,224) / 3 = 7.600,07 \text{ m}^3$$

Nel triangolo MCN:

$$\text{Superficie: } S_{MCN} = 1/2 \text{ MC} \times \text{CN} \sin \text{MCN} = 275,57 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume sterro: } V_{MCN} = S_{MCN} \times 0,224 / 3 = 20,57 \text{ m}^3$$

Nel triangolo NCD:

$$\text{Superficie: } S_{NCD} = 1/2 \text{ CN} \times \text{CD} \sin \text{NCD} = 1.957,29 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume sterro } V_{NCD} = S_{NCD} \times (0,224 + 1,438) / 3 = 1.084,34 \text{ m}^3$$

Nel triangolo NDP':

$$\text{Superficie: } S_{NDP'} = [p \times (p - \text{ND}) \times (p - \text{DP}') \times (p - \text{P'N})]^{1/2} = 3.537,31 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume sterro: } V_{NDP'} = S_{NDP'} \times 1,438 / 3 = 1.695,55 \text{ m}^3$$

Nel triangolo P'DE:

$$\text{Superficie: } S_{P'DE} = 1/2 \text{ P'D} \times \text{DE} \sin \text{P'DE} = 1.937,424 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume sterro: } V_{P'DE} = S_{P'DE} \times (1,438 + 1,085) / 3 = 1.629,37 \text{ m}^3$$

Nel triangolo P'Q'E

$$\text{Superficie: } S_{P'Q'E} = 1/2 \text{ Q'P}' \times \text{Q'E} \sin \text{P'Q'E} = 499,72 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume sterro: } V_{P'Q'E} = S_{P'Q'E} \times 1,085 / 3 = 180,73 \text{ m}^3$$

Nel triangolo Q'ER':

$$\text{Superficie: } S_{Q'ER'} = 1/2 \text{ Q'E} \times \text{ER}' \sin \text{Q'ER}' = 5.225,03 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume sterro: } V_{Q'ER'} = S_{Q'ER'} \times 1,085 / 3 = 1.889,72 \text{ m}^3$$

Volume totale di sterro

$$VS = V_{MBC} + V_{MCN} + V_{NCD} + V_{NDP'} + V_{P'DE} + V_{P'Q'E} + V_{Q'ER'} = 14.100,35 \text{ m}^3$$

Carlo Spadola
già docente negli Istituti Tecnici