

PROPOSTA PER IL RIORDINAMENTO DEL CORSO DI TOPOGRAFIA E FOTOGRAMMETRIA NEGLI ISTITUTI TECNICI PER GEOMETRI

Dr. Ing. ATTILIO SELVINI

*Comunicazione presentata al IX Convegno nazionale della S.I.F.E.T.
Cagliari, maggio 1964*

Le notizie sull'ultima riunione della Commissione Geodetica della Repubblica Italiana, danno per certo un improvviso, inaspettato interesse per la grande Carta d'Italia al 10.000, da parte degli organi di Governo responsabili.

Se ciò è vero, insieme al compiacimento per vedere — non dico ancora accolti — ma almeno guardati con interesse, i motivi e le necessità ormai noti da decenni; ribaditi da persone qualificate; e riassunti nella comunicazione del Professor Solaini nel Convegno S.I.F.E.T. di Roma, si deve destare in noi anche un oggettivo senso di preoccupazione. Se in un domani vicino (o che almeno ci auguriamo sia tale) si dovesse decidere di dar l'avvio alla compilazione della carta — ritenuta indispensabile — gravi problemi verrebbero di colpo posti sul tappeto.

Tra questi, uno dei più urgenti riguarda la raccolta dei tecnici, ai diversi livelli (dalle mansioni direttive a quelle esecutive) necessari per l'Ente che sarà preposto al progetto ed alla realizzazione dell'immenso lavoro.

Mi sono occupato recentemente, insieme ad alcuni Colleghi, della proposta per la istituzione di un corso per « Ingegneri Geotopografi »; se la proposta avrà un seguito, di là si dovranno trarre sia i dirigenti per le nuove necessità topografiche e geodetiche, sia gli esecutori a livello elevato. Ma sarà necessario anche disporre di un gran numero di operatori topografici, di operatori fotogrammetrici; e questi non potranno che essere reclutati fra i Geometri.

Qui, a mio avviso, è necessaria una parentesi.

Se l'assetto degli studi superiori sarà riveduto secondo le proposte contenute nella relazione della Commissione d'indagine, presieduta dall'On. Ermini, sembra logico e giusto prevedere come i Geometri che vorranno dedicarsi alla libera professione, od all'insegnamento, od alle mansioni comunque direttive, dovranno seguire i corsi universitari.

Del resto, qualcosa di simile accade già per i ragionieri: è sempre minore il numero dei diplomati che esercita la professione; di solito, il ragioniere svolge mansioni impiegate nelle banche e nelle industrie. Una notevole percentuale di neodiplomati, segue il corso di laurea in economia e commercio. Ed è di qui, che esce la gran maggioranza dei liberi professionisti.

I licenziati dalla scuola secondaria per geometri, in un futuro ordinamento delle professioni e degli studi, dovrebbero essere indirizzati proprio verso le mansioni

esecutive; verso quella, che nei pubblici impieghi è la cosiddetta « carriera di concetto ».

Sarebbe interessante a questo punto, in base a indagini statistiche, vedere se sarà il caso di scindere le scuole per geometri, in due o tre indirizzi: geotopografico, edile, agrario-estimativo. Non esistono già, tanto per ritornare all'esempio dei ragionieri, gli Istituti commerciali ad indirizzo amministrativo, e quelli ad indirizzo mercantile?

Ma non voglio ora impostare un discorso, che mi porterebbe lontano da quanto sto per dire.

Ritornando allo scopo della presente relazione, la domanda che ci si pone oggi, è se gli attuali programmi di studio per le discipline topografiche, previsti dal Ministero della P.I. per gli Istituti Tecnici per Geometri, corrispondano alle reali necessità odierne e future; se siano completi, o carenti in alcuna parte; se siano sufficientemente aggiornati; se siano preceduti od affiancati da adatti insegnamenti complementari e propedeutici

Qualche anno fa, si era in attesa che i programmi venissero modificati; e l'attesa era per una riforma coraggiosa e profonda. La delusione fu perciò più greve, quanto si constatò che tutto si era ridotto allo spostamento di qualche ora di lezione, alla soppressione di un corso, all'aggiunta di un qualche altro. Tutto ciò però non alterava o modificava una situazione vecchia e sconnessa.

Le ultime illusioni erano poi crollate di fronte alla constatazione, che il programma di matematica era rimasto immutato. Mentre si era sentita la necessità e l'urgenza di aggiungere la statistica, e la matematica attuariale, al V anno del corso commerciale, facendone così materia di abilitazione, e dando perciò una nuova dimensione a tutto il corso ragionieri, anche per la introduzione del calcolo e della contabilità meccanizzata; incredibilmente per i geometri si era ribadito il concetto che la matematica dovesse finire al terzo anno di studio, con le poche nozioni di geometria analitica e con le equazioni ed i problemi di secondo grado!

Lo scoramento si fece maggiore, constatando come nel programma di costruzioni e disegno si fossero aggiunti argomenti, il cui inserimento mi fa pensare, che — quanto meno — sia dovuto ad un cattivo suggerimento, od a una errata interpretazione. Si legge, nel programma ministeriale 1961, per la III classe del corso geometri: « ...tensioni interne, equilibrio elastico; *equilibrio elasto-plastico...* cemento armato precompresso ».

Credo che il professor Gustavo Colonnetti, cui si deve buona parte della « Teoria generale degli stati di coazione », espressa nel 1° e 2° volume del suo trattato di Scienza delle costruzioni, in pagine e pagine di integrali e di equazioni differenziali, non sia mai venuto a conoscenza del testo sopra riportato...

Immagino che ogni persona consapevole, e provvista della necessaria chiarezza concettuale, non possa che esser d'accordo, nel ritenere come gli attuali programmi — specie quelli di topografia e matematica — del corso per geometri, debbano essere con urgenza riveduti e rifatti.

Quale contributo alla discussione su tale argomento, accennerò ad alcuni punti che mi sembrano essere i più rimarchevoli.

1 - *L'impostazione del corso*

Il Geometra, nacque come Perito Agrimensore; cioè come topografo ed estimatore, e su questo mi pare che tutti possano essere d'accordo. Il corso di Costruzioni, ed ho già avuto occasione di scriverne qualche anno fa, era un tempo destinato a far da complemento alla formazione del geometra. Fu solo con la guerra d'Etiopia del 1935-'36, che la professione ebbe una brusca svolta, sterzando sempre piú verso l'edilizia. La seconda guerra mondiale, e le successive necessità di ricostruzione, fecero il resto. Per cui oggi si è in queste condizioni: il geometra fa, in realtà, il perito edile. Salvi pochi, rispettabili casi.

Il corso di topografia non ha potuto non risentire di questa « nouvelle vague »; è stato soverchiato, asfissiato, oppresso da quello di costruzioni. E si badi bene: sia nella accezione degli studenti, sia nel convincimento di Presidi ed Insegnanti.

Tanto è vero che oggi il parametro per la misura del sapere di un allievo geometra, è ricercato nelle sue cognizioni di costruzioni. Non certo di topografia o d'estimo.

Non diciamo poi delle famiglie: non credo che siano — ogni cento — piú di tre o quattro i genitori che vedono la futura attività del proprio figlio, all'atto della sua iscrizione alla prima classe del corso, come avviata nel campo delle applicazioni topografiche e della pratica agronomico-catastale.

Sarà quindi vano rifare il programma di topografia, se prima non si saprà trarre l'insegnamento di questa disciplina dall'attuale stato di soggezione.

E c'è dell'altro. Il titolo di « geometra », mi faceva notare poco tempo fa un professore del Politecnico di Milano, ha finito coll'assumere, negli ultimi trenta anni, l'aspetto di un « titolo di studio »; di un titolo di studio diverso dalla licenza liceale, e che può aprire le porte d'accesso a numerose professioni ed applicazioni: dalla dirigenza bancaria, alla rappresentanza nel commercio. Si è svuotato però nel contempo del suo primitivo contenuto di classificazione specialistica; indicativa cioè di un particolare tipo di tecnico, specialmente adatto per operare nel settore della topografia e della conservazione immobiliare. Una riforma del corso non potrà ignorare nemmeno questo; se si vorrà riportare la professione del geometra, al livello della originaria dignità.

2 - *La questione della matematica.*

In ogni discussione, in ogni congresso, anche in sedi qualificate e responsabili s'è detto, ridetto, puntualizzato, che tre anni di matematica, per formare un geometra, sono troppo pochi. Tanto piú che tutti gli altri corsi della scuola secondaria ad indirizzo tecnico-scientifico, come ragionieri, periti, liceo, ne prevedono cinque. Non mi è mai riuscito di capire perché, ad esempio nel liceo scientifico, sia reputato possibile insegnare i concetti di limite di una successione o di una funzione, di derivata, di integrazione; — sia pure in modo adatto a giovani di 18/19 anni — mentre non lo è, per contro, nell'istituto per geometri. E la comprensione di questo fatto diventa ancora piú ostica, se si pensa che i giovani « maturi », avviati alle facoltà scientifiche, rifaranno congruamente l'analisi matematica; mentre i gio-

vani geometri saranno presto messi a contatto con concetti assai complessi, che meglio apprenderebbero con alcune nozioni di analisi.

Faccio qualche esempio. Si dice, agli allievi del terzo anno, che — per gli angoli piccoli — i valori del seno, della tangente e dell'arco (in radianti) coincidono sino alla quarta, quinta cifra decimale.

Se l'allievo avesse — almeno negli anni successivi — qualche nozione sullo sviluppo in serie, ne sarebbe piú convinto; ed il concetto resterebbe ben saldo nella sua mente.

Prendiamo altri esempi, tolti stavolta dal corso di costruzioni. Come si può ben capire che cosa sia un momento di inerzia, o qual è la relazione tra carico distribuito, sforzo di taglio e momento flettente nelle travi; come si possono risolvere alcuni problemi di minimo (tipico quello del rapporto tra base ed altezza nelle travi in legno); come si può anche solo far cenno alla risoluzione delle travi su tre appoggi; come si possono illustrare talune formule sulla foronomia, se non si hanno a disposizione gli strumenti matematici necessari?

Tornando alla topografia, non si può fare alcun cenno chiaro e razionale alla questione degli errori di osservazione, senza la matematica; e non è per conseguenza possibile alcuno studio sistematico della precisione delle misure.

3 - *L'introduzione al corso di topografia.*

Tutto il terzo anno è attualmente dedicato alla trigonometria, il cui insegnamento è demandato all'insegnante di topografia. In una revisione dei programmi, bisognerà ricordare che la trigonometria è parte della matematica, non della topografia; per la quale rappresenta solo uno strumento, al pari dell'ottica o del calcolo logaritmico. Per cui sarebbe piú logico che tale materia, fosse inserita nel programma di matematica.

Nel terzo anno, si potrebbero utilmente insegnare l'ottica geometrica (che cosí come è prevista oggi nel programma di fisica, serve a poco, e deve quindi essere completamente rifatta al quart'anno); e quelle elementari nozioni di geodesia, senza le quali l'allievo non capirà mai con sufficiente chiarezza le applicazioni topografiche. E credo sinceramente che un discorso chiaro e semplice — senza che peraltro si perda troppo del rigore necessario — sulla forma della terra, sui successivi passaggi che fanno sostituire alla forma matematica della terra l'ellissoide di rotazione; a questo, per limitate porzioni, la sfera locale, e quindi in un campo ancor piú ristretto, il piano tangente; si possa tenere anche a giovani di diciassette anni.

Questo discorso sarà utilissimo per tutte le successive trattazioni; ad esempio per quella parte di cartografia che attualmente è limitata a qualche cenno.

4 - *Le esercitazioni.*

È disarmante l'incontro con geometri professionisti (e gli etimi « ge » e « me- tron » sono inequivocabili), che per risolvere semplici o complessi problemi di agromensura, anche in terreni vasti ed impervi, sanno disporre solo della « bindella »

e delle paline, spezzettando ogni figura in triangoli; col successivo calcolo delle aree, mediante la ripetuta applicazione della formula di Erone. E dove sono finiti i procedimenti di poligonazione, il rilievo per coordinate polari; dove le formule di Gauss, dove le pratiche celerimetriche?

Gli è che — in più delle altre carenze — i vigenti programmi di topografia non permettono affatto di fare delle esercitazioni. Delle esercitazioni, intendiamoci, che non siano un simulacro; che non si riducano a due o tre uscite all'anno nel cortile della scuola o nelle vie adiacenti, con trenta allievi, un professore, un tacheometro, ed il sussidio di due o tre paline ed una stadia.

È vero che delle otto ore previste per le ultime due classi del corso, tre dovrebbero essere dedicate alle esercitazioni. Ma le interrogazioni? I compiti in classe? Ogni classe è formata in media da venticinque allievi; talvolta si giunge a trenta, trentacinque e più.

Il professore difficilmente dispone di un assistente; nelle scuole ove ci sono gli assistenti, vi sono anche molti corsi paralleli, e gli assistenti sono contesi, o debbono supplire gli insegnanti assenti. E gli strumenti? Per capirci qualcosa, dovrebbe esserci uno strumento ogni 6-8 allievi. Mi si dica: quale Istituto (salvo forse il « Cattaneo » di Milano) può disporre di tre o quattro tacheometri, di tre o quattro livelli, di altrettanti autoriduttori e teodoliti per ogni corso? E quando anche ne disponesse, dove potrà prendere i collaboratori del professore, per dargli la possibilità di fare *almeno* una esercitazione ogni due settimane, cioè due esercitazioni al mese, in definitiva quindici nell'intero anno scolastico?

5 - I calcoli topografici coi logaritmi e con le macchine

È certo che la invenzione del calcolo logaritmico ha improntato di sé almeno tre secoli; ha reso servigi inestimabili alle scienze applicate; ha assunto in definitiva una funzione sociale, che oggi siamo ben in grado di valutare. Nell'edizione del 1631 della « Aritmetica logaritmica », il Briggs scriveva « ...I logaritmi sono numeri inventati per risolvere facilmente problemi di aritmetica e di geometria... mediante di essi sono state evitate tutte le fastidiose moltiplicazioni e divisioni, e le operazioni vengono compiute dall'addizione anziché dalla moltiplicazione, dalla sottrazione anziché dalla divisione. Anche la curiosa e laboriosa estrazione di radice viene compiuta con grande facilità... In una parola, non solo i quesiti di aritmetica e di geometria, ma anche quelli di astronomia vengono risolti con chiarezza e facilità mediante i logaritmi... ».

Se i logaritmi furono la rivoluzione del calcolo nel secolo XVII, la rivoluzione per noi si chiama macchina calcolatrice; numerica od analogica. Sia nei grandi Istituti, come nelle ditte e negli studi privati, che si occupano di topografia, la macchina calcolatrice — ad uno o due totalizzatori, con o senza « memoria », meglio se scrivente — è in pratica rimasta l'unico mezzo per il calcolo. Si sono studiate formule, per la più rapida risoluzione dei principali problemi di intersezione; ma nella scuola le macchine stanno solo ora — ed in pochi casi — timidamente affacciandosi.

Anche nei libri di testo, la esposizione dei problemi di Snellius e di Hansen, della intersezione in avanti e laterale, viene limitata alle formule cosiddette classiche, adatte soprattutto al calcolo logaritmico. Come eccezioni, cito il Trattato dei professori Bonfigli e Solaini, che riporta anche alcune risoluzioni adatte al calcolo con la macchina, e gli eserciziari del professor Antonio Dragonetti, che riportano buon numero degli esercizi tra i piú significativi della topografia, risolti con la macchina, oltreché coi logaritmi.

In qualche Istituto, la particolare sensibilità dei Presidi ha messo a disposizione dei professori di topografia le macchine calcolatrici, di cui sono dotati i laboratori di ragioneria; ma si tratta di casi purtroppo isolati. Occorre tenere dei corsi di calcolo meccanico, e dotare tutti i gabinetti di topografia del necessario numero di macchine preferibilmente scriventi, ed a due totalizzatori con memoria, del tipo « Tetractys », ad esempio.

6 - *L'approssimazione delle misure.*

Il « Trattato » citato piú sopra, è l'unico, tra quelli che io conosco, dove gli Autori hanno introdotto, e sia pure in poche pagine, alcune nozioni sulla teoria degli errori; e dove ogni argomento (misura delle distanze, degli angoli, delle aree, ecc.) è alla fine analizzato criticamente allo scopo di metter in risalto la precisione dei risultati; e vi sono chiaramente indicate le cause di errore, i limiti delle approssimazioni strumentali, e insomma sono chiarite all'allievo le possibilità di un metodo di misura, o d'un dato strumento, o d'una prassi operativa.

Questo significa che gli Autori, hanno sentito la necessità di andare *oltre* i programmi vigenti, in una piú realistica visione degli argomenti da esporre. È un peccato che quasi sempre, anche gli insegnanti che hanno adottato questo libro — e salvo lodate eccezioni — finiscano poi, magari costretti dalla ristrettezza dei programmi o dalle necessità di orario, per saltare proprio queste parti fondamentali.

Parlare di un metodo di misura, di una prassi operativa, senza metterne in rilievo la precisione ed i limiti, come purtroppo avviene quasi sempre nel corso per geometri, significa non far comprendere all'allievo il senso dell'approssimazione delle misure; significa in definitiva non fargli capire la differenza che passa tra il bisturi ed il coltello da cucina; tra il cacciavite dell'orologiaio e quello del meccanico; tra il decmetro di fibra, ed il nastro di Jaederin; tra il teodolite ed il tacheometro. E si può aggiungere: tra l'uso della livellazione trigonometrica e quello della livellazione geometrica; tra la misura di un angolo in un vertice di poligonale celerimetrica, ed in un vertice di triangolazione.

7 - *La fotogrammetria.*

Il vigente programma dice: « Elementi di fotogrammetria: principi fondamentali - fototeodolite - fotogrammetria terrestre e cenni di aerofotogrammetria - *restitutori fotogrammetrici* ». Mi è capitato, all'esame di abilitazione per geometri,

di far qualche domanda ai candidati su argomenti in programma, e cercando di stare sulle generali. Non dico dei risultati, perché sarebbe troppo doloroso.

Bisogna, anche qui, essere un po' più precisi. Siamo d'accordo sulla necessità di far conoscere all'allievo geometra le principali questioni di fotogrammetria; di illustrargli almeno i restitutori di fabbricazione italiana; di fargli capire in che consista il procedimento aerofotogrammetrico; di esporgli — sia pure in modo sommario ma chiaro — quale sia la situazione attuale della fotogrammetria? Ed allora il nuovo programma dovrà ben specificare gli argomenti da trattare, uscendo dal generico. Gli Autori qualificati dovranno esporre le varie questioni sui loro testi, tenendo conto che in definitiva non si tratta di formare degli operatori fotogrammetrici; ma che si deve però dare all'allievo una conoscenza chiara e precisa dei vari argomenti di fotogrammetria; una visione sintetica di quali siano state, e siano ora le difficoltà in tale campo; della tendenza a svincolare sempre più la fotogrammetria aerea dalle misure fatte al suolo; della utilità assoluta dell'impiego della fotogrammetria aerea per il rilievo di terreni, aventi estensioni superiori ad un certo limite. E si dovrebbe far conoscere anche qualche dato sui rilievi effettuati di recente da ditte qualificate; sul loro costo di massima; sui risultati raggiunti in fatto di precisione...

Il tutto dovrà poi essere integrato da indispensabili visite a ditte fotogrammetriche, od a centri universitari di fotogrammetria.

Resta poi inteso, che non si può seriamente fare un sia pur ridotto corso di fotogrammetria, senza disporre di almeno alcuni stereoscopi da osservazione, e di almeno un restitutore. Credo che — dopo tutto — la spesa relativa possa e debba essere affrontata dal Ministero e dagli Enti locali, che provvedono alla assistenza economica delle scuole.

Ci sono due strumenti italiani, che ben si prestano alla esercitazione fotogrammetrica; per le loro caratteristiche di semplicità e per il costo relativamente basso. Almeno uno di essi dovrebbe essere fornito ad ogni Istituto Tecnico. Sono il « Photomapper » della O.M.I., e lo « Stereosimplex II » delle Officine Galileo.

8 - *Gli Insegnanti.*

Anche questo è un argomento dolente.

Nella citata relazione sull'Ingegnere geotopografo, abbiamo fornito i dati sul numero di Istituti statali e non di Stato per geometri; sul numero di insegnanti necessari (800 circa) e sul loro ricambio annuo, di circa quaranta unità.

Il Ministero, anche per le passate pressioni della S.I.F.E.T. e di altri Enti, ha negli ultimi anni creato dei corsi di aggiornamento per insegnanti di molte discipline, e quindi anche di topografia.

Pare che questi corsi non siano stati di grande efficacia. D'altronde è comprensibile come in quindici giorni, non sia possibile colmare troppe lacune o, in ogni modo, fornire sufficienti elementi di « aggiornamento » agli insegnanti che vi partecipano.

Il più delle volte, l'insegnante di topografia è oggi « prestato » alla Scuola,

dalla libera professione. Non indaghiamo sui motivi di questa situazione, di questa scelta; ma rileviamo però che questo « prestito » non è certamente vantaggioso per la scuola; indipendentemente dal valore professionale e didattico dell'insegnante.

Persone autorevoli sono dell'opinione, che i cinque, talvolta sei o più anni che costa la laurea in ingegneria, siano troppi (e troppo pochi) per l'insegnamento della topografia nelle scuole secondarie.

Troppi, perché un ingegnere, salvo pochi casi, preferirà impiegarsi nell'industria o dedicarsi alla professione piuttosto che all'insegnamento; ripiegando su questo solo se le cose gli andranno male dalle altre parti. Troppo pochi, se si pensa alla nessuna preparazione didattica, ed alla scarsa formazione specifica in topografia, che offre oggi la laurea in ingegneria.

Se si giungerà alla formazione del corso per ingegneri topografi, il problema dell'insegnamento nella scuola secondaria sarà risolto. Ma se non vi si dovesse arrivare, potrebbe essere una coraggiosa soluzione, quella di istituire una specie di magistero per geometri; della durata di due o tre anni, al termine del quale si potrebbero avere a disposizione dei buoni insegnanti di topografia e discipline affini, cui affidare — per concorso — le cattedre nell'Istituto tecnico.

Questa non è che una idea da discutere; ma un'idea da non scartare a priori, se si è ben letta la relazione Ermini; e se si tien conto del numero dei partecipanti ai concorsi per cattedre di topografia negli ultimi anni, e dei conseguenti risultati.

Quali potrebbero essere quindi le proposte-base per una discussione sul nuovo assetto del corso di topografia, nella scuola per geometri?

A mio avviso, le seguenti:

— Suddivisione dei corsi per geometri, in due (o tre) sezioni; tenendo conto delle necessità e possibilità, della pianificazione economica generale; dell'assetto industriale ecc. (Ciò comporterebbe anche una revisione sulla distribuzione e sulla stessa continuità, degli Istituti per periti edili ed agrari).

— Revisione del programma di matematica; questa disciplina dovrebbe essere prevista per tutti gli anni del corso, adeguandola al programma del liceo scientifico.

— Revisione del programma di topografia, e della sua distribuzione nei tre anni di corso. La trigonometria passerebbe a far parte del programma di matematica; l'ottica e le nozioni propedeutiche sulla forma della terra, sulle superfici di riferimento, sugli strumenti semplici, dovrebbero essere trattate nel 3° anno, con almeno 4 ore settimanali. Lo studio della topografia (planimetria ed altimetria) e quello degli strumenti andrebbero fatti al 4° anno, con 5 ore di lezione e 4 di esercitazioni settimanali.

Al 5° anno, troverebbero posto elementi di cartografia, le applicazioni di topografia (strade, canali, spianamenti, agrimensura); le nozioni elementari sulla teoria degli errori, e la fotogrammetria; con 4 ore di lezione e 3 di esercitazioni settimanali.

La cattedra diverrebbe così di 20 ore; ma le esercitazioni dovrebbero essere condotte dagli assistenti, stretti collaboratori del titolare, che eserciterebbe su di esse solo azione di vigilanza.

Essendo le ore di lezione limitate in tal modo a 13, si darebbe la possibilità ai docenti di aggiornarsi, studiare, scrivere (quanti sono oggi, i professori della scuola secondaria, che hanno pubblicazioni?).

L'assistente dovrebbe essere assunto per concorso, a carico dello Stato, togliendo quei pochi che oggi ci sono negli Istituti, dall'alea di una situazione, mutevole a seconda degli umori degli Enti locali da cui dipendono.

E non vi dovrebbero essere più di 12/15 allievi per ogni assistente; se si vorrà che le esercitazioni siano utili e proficue.

Le esercitazioni — numeriche e pratiche — dovrebbero tener luogo dei « compiti in classe », che male si prestano a giudicare delle capacità degli allievi. Le interrogazioni, fatte dal professore, o dagli assistenti, durante l'anno, dovranno essere dei colloqui che accertino le effettive capacità degli allievi, le loro possibilità di apprendere, le loro qualità, la loro volontà; e non ridursi a degli interrogatori del tipo « quiz ».

Le esercitazioni pratiche dovrebbero essere il più possibile delle « ipotesi di lavoro » s'intende sotto la vigilanza del titolare del corso e degli assistenti; in modo da indirizzare l'allievo già verso le applicazioni professionali della materia, più che verso sterili esercizi scolastici.

Ho detto « ipotesi di lavoro », e quasi me ne pento, nel timore di essere frainteso. Mi spiego con un esempio. Il progetto stradale, che oggi si fa al 5° anno, è di solito studiato su di un ingrandimento della carta al 25.000; ed è studiato in modo meccanico, partendo dal cosiddetto « tracciolino », ma senza aver visto il terreno nella sua complessa realtà. Per cui direi che oggi il progetto di strada è, più che altro, una esercitazione grafica a carattere nettamente scolastico.

L'esperienza mi suggerisce che le cose vanno ben altrimenti, se si parte dal sopralluogo su di un terreno « reale », e si procede al suo rilievo con poligonale e celerimensura; e se — preparato il piano quotato, trasformatolo a curve di livello — su questa « carta » nata dalla collaborazione fra gli allievi, e fra loro ed il professore, si passa allo studio del tronco stradale.

In questo senso quindi, parlo di « ipotesi di lavoro »; cioè di esercitazione completa, a fini sí didattici, ma nel senso della applicazione professionale, e non aridamente scolastici.

— Ogni gabinetto di topografia dovrebbe essere dotato di un adeguato numero di macchine calcolatrici, magari con funzionamento a mano. Ci sono molte ditte che « affittano » le proprie macchine alle scuole, o che vendono con lunghe rateazioni ed a condizioni comunque buone; ciò agevolerebbe il Ministero nell'attrezzare gli Istituti.

Oltre che alle macchine da calcolo, occorrerà pensare anche agli strumenti moderni per il rilievo; occorrerà proseguire nella politica di questi ultimi anni, che ha visto concrete forniture — per ora insufficienti — di materiale topografico efficiente e funzionale.

Bisognerà attrezzare con almeno UN restitutore fotogrammetrico e con un certo numero di stereoscopi ogni Istituto tecnico; mettere in contatto gli Istituti con ditte fotogrammetriche o — dove ci siano — con Istituti universitari di fotogrammetria, per organizzare visite e lezioni, proiezioni e conferenze; ma il tutto

secondo programmi ben previsti e regolari, onde aggiornare — e tener aggiornati — docenti e discenti.

Qui debbo a malincuore riferire un fatto accaduto di recente. Il Ministero della P.I. ha rifiutato — su parere dell'Ispettore Sidotti — di fornire, ad alcuni Istituti Tecnici periferici, dei restitutori fotogrammetrici, per cui le somme corrispondenti erano già state stanziare nel bilancio.

Motivo ufficiale: la fotogrammetria non è in programma; e poi gli insegnanti non conoscono l'uso dei restitutori.

La prima affermazione è errata: nel programma ufficiale citato poco fa, sta scritto specificamente « restitutori fotogrammetrici ».

La seconda è perlomeno discutibile.

Sebbene amareggiato (uno degli Istituti colpiti dal rifiuto è il mio), debbo riconoscere che la colpa non è, in fondo, del Ministero. La colpa è nostra; voglio dire di noi che ci occupiamo dei fatti della topografia, perché non abbiamo saputo svolgere sinora una politica efficace nei confronti del Ministero. Anzi, non abbiamo svolto nessuna politica. Non siamo stati capaci di far comprendere l'utilità della fotogrammetria; non siamo stati capaci di preparare quella « coscienza topografica » cui altrove ho accennato. Non so nemmeno se al Ministero vi siano Ispettori, che provengano dai ruoli della topografia.

In fondo, un restitutore come il « Mapper » costa oltre cinque milioni; e posso ben capire come il Ministero voglia assicurarsi di spendere bene i propri soldi. Perciò, almeno nel mio Istituto, comprenderemo tavoli da disegno, anziché il Fotocartografo modello sesto.

Ed ora concludo.

— Il nuovo programma di *topografia e fotogrammetria* (tale dovrebbe essere la denominazione ufficiale del corso) potrebbe all'incirca essere il seguente.

a) terza classe - ore 4 settimanali di lezione.

Richiamo delle nozioni sulla propagazione delle radiazioni ottiche, sui fenomeni di riflessione, rifrazione, diffusione, già studiati nel corso di fisica - strumenti basati sui fenomeni sopraddetti: squadri ed allineatori a specchi ed a prisma - prismi particolari: di Amici, di Wollaston, di Jadanza - croci di prismi - lastre a facce pianparallele - sistemi diottrici centrati - lenti - formazione e discussione delle immagini nelle lenti - sistemi composti di lenti sottili, con particolare cenno ai pancratici - punti e piani cardinali - diottri centrati generici - aberrazioni - strumenti diottrici - occhio umano - potere separatore, visione binoculare, stereoscopia - ametropie - ingrandimento degli strumenti diottrici - microscopio semplice e composto - cannocchiale astronomico ed a lunghezza costante - macchine fotografiche. Forma e dimensioni della terra - cenni sulla determinazione analitica della forma della terra, e sulle approssimazioni susseguenti - concetto di distanze e quote - sistemi coordinati di riferimento - sistemi locali di coordinate - cenno sui teoremi della geodesia operativa - campo topografico - eccesso sferico - errore di sfericità. Filo a piombo - livelle toriche e sferiche - rettifiche delle livelle - uso della livella per rendere orizzontali o verticali assi - livella da piani - segnali provvisori e permanenti.

b) quarta classe - ore 5 di lezione e 4 di esercitazioni settimanali.

Mezzi per apprezzare i piccoli intervalli delle graduazioni - nonio - microscopio a stima, a scala, a nonio, a vite micrometrica - microscopio a coincidenza d'immagini. Strumenti per la misura degli angoli - teodolite - rettifica del teodolite - errori di eccentricità - influenza degli errori di rettifica, nella misura degli angoli - regola di Bessel - reiterazione - orientamento del cerchio graduato azimutale - metodi di misura per gli angoli azimutali - zenit strumentale - livella zenitale - misura delle distanze zenitali.

Tacheometri - teodoliti tacheometri - bussole topografiche - squadre agrimen-sori e graduati - goniografi.

Livelli - livelli a cannocchiale fisso - livelli girevoli entro manicotto - livelli autolivellanti - livelli di precisione - uso e rettifiche dei livelli - livelletti da ricognizione - clisimetri.

Misura delle distanze - misura diretta ed indiretta - misura diretta ordinaria - misura diretta ed indiretta di precisione - nozioni sul tellurometro e sul geodimetro - errori temibili nella misura di precisione della distanza - riduzione della distanza alla superficie di riferimento - misura indiretta ordinaria delle distanze, con particolare trattazione dei metodi stadimetrici - precisione dei vari metodi - misura di piccole basi topografiche con stadia orizzontale e teodolite - strumenti autoriduttori moderni.

Operazioni topografiche - triangolazioni - triangolazione italiana dell'I.G.M. e catastale - cenno sulla misura delle basi geodetiche - triangolazioni tecniche - riduzione degli angoli e dei segnali al centro - problemi di intersezione - formule per la risoluzione dei problemi di intersezione con la macchina calcolatrice - poligonazioni - poligonali di precisione, ed ordinarie - compensazioni empiriche delle poligonali - nodi di poligonale - errori grossolani nelle poligonali, e loro ricerca - calcolo delle poligonali con la macchina - rilevamento di dettaglio - metodi per il rilevamento dei particolari - rilevamento di abitati - rilevamenti nei sotterranei - rilevamenti speditivi - livellazioni trigonometriche e derivate - errore di sfericità e rifrazione - determinazione del coefficiente di rifrazione - livellazioni geometriche - precisione delle livellazioni - livellazioni speditive (barometriche, ecc.) - riduzione al centro delle distanze zenitali - rappresentazioni altimetriche del terreno.

Rappresentazioni complete del terreno: piani quotati, piani a curve di livello - problemi sulle proiezioni quotate - celerimensura - orientamento e collegamento delle stazioni celerimetriche - calcolo celerimetrico speditivo.

Esercitazioni: risoluzione dei problemi trattati nel corso, coi logaritmi e soprattutto con la macchina calcolatrice - applicazioni sui problemi di intersezione e sulle poligonali - uso dei segni convenzionali dell'I.G.M. - lettura ed interpretazione delle tavolette al 25.000.

Misura degli angoli e delle distanze - misura di un angolo in un vertice di triangolazione, con applicazione delle regole studiate - misura dei dislivelli e delle distanze zenitali - rilievo celerimetrico del terreno - calcoli e rappresentazione.

c) Quinta classe - ore 4 di lezione e 3 di esercitazioni settimanali.

Le carte - carte di Mercatore, di Gauss, sinusoidale - la carta d'Italia dell'IGM - cenno sul passaggio da coordinate geografiche, a geodetiche rettangolari e polari -

uso del reticolato chilometrico - il catasto italiano - operazioni per la formazione e la conservazione del catasto.

Agrimensura - metodi analitici, grafo-numeric, grafici e meccanici per la misura delle aree - partizione delle aree - rettifica dei confini - le strade - studio del tracciato - progetto di massima ed esecutivo - cenno sui canali - problemi sulle livellette - calcolo dei volumi di terra - diagrammi per lo studio dei movimenti di terra - curve stradali circolari e non circolari - studio e picchettamento delle curve - sistemazioni superficiali del terreno - spianamenti con compenso - errori grossolani, sistematici ed accidentali - leggi sulla propagazione degli errori accidentali - la media ponderata - l'errore medio dell'unità di peso - le funzioni di valori osservati.

Fotogrammetria - cenni storici - relazione tra oggetti e prospettive - fotografie - obbiettivi - macchine fotografiche - macchine fotogrammetriche - fototeodoliti - fotogoniometro - comparatore di lastre - determinazione dei parametri dell'orientamento interno - orientamento esterno di un fotogramma - restituzione nella fotogrammetria terrestre non stereoscopica - la restituzione di fotogrammi terrestri stereoscopici - l'autografo di De Orel - voli fotogrammetrici - organi fondamentali comuni ai restitutori - orientamento relativo ed assoluto - classificazione dei restitutori - restitutori a proiezione ottica doppia diretta - a proiezione meccanica - a proiezione ottico-meccanica - rilevamento a piccole e medie scale - la triangolazione aerea - cenno sulla triangolazione radiale e spaziale - stato attuale della fotogrammetria - costi e precisione dei rilievi fotogrammetrici.

Esercitazioni: calcoli di agrimensura - rettifiche di confini - tipi di frazionamento - calcoli e grafici relativi ad un progetto di breve tronco stradale - calcoli sulle curve e sui picchettamenti - calcoli sugli spianamenti.

Rilievo completo del terreno relativo al progetto stradale - tracciamento sul terreno di curve circolari - rilievo di un terreno per lo studio di uno spianamento.

Osservazione stereoscopica - « tests » stereoscopici - esercitazioni su un restitutore, con osservazione anaglifica o stereoscopica del modello - restituzione di qualche particolare di lastre già orientate - visite a ditte o centri di fotogrammetria.

Ed ho terminato. Quelle da me esposte, sono soltanto opinioni. Se esse potranno servire anche solo ad imbastire una discussione su di un argomento tanto urgente, ne sarò lieto.