

QUANTUM MUTATUS AB ILLO!

di Attilio Selvini

Nascita, evoluzione e rivoluzione della Fotogrammetria. La trasformazione digitale, il "Charge Coupled Device", i nuovi metodi di assunzione ed elaborazione delle immagini, gli RPAS, la Fotogrammetria diretta...E gli Italiani?

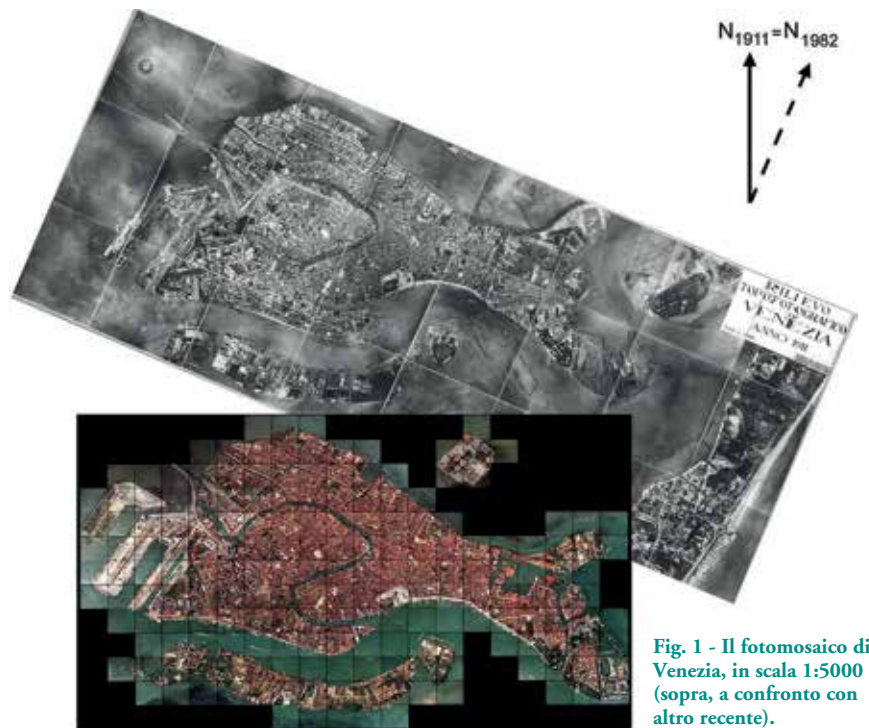


Fig. 1 - Il fotomosaico di Venezia, in scala 1:5000 (sopra, a confronto con altro recente).

Ho scomodato Virgilio con la sua "Eneide" per il titolo di questo articolo. Prometto che da oggi in poi non userò più la lingua dei Padri per altri titoli: *Omne trinum perfectum*, quindi basta per sempre.

Non si tratta qui dell'immagine drammatica di Ettore comparsa improvvisamente ad Enea, bensì di quella assai meno nota ai più della fotogrammetria, che sta per giungere al suo bicentenario, almeno partendo dalle prime formulazioni; o che più semplicemente è già arrivata al centenario, se si vuol parlare della sua parte aerea: si veda la bella presa di Venezia, laguna compresa, scattata da pallone frenato nel 1911 dal capitano Ranza e dal tenente Tardivo (1). La fotogrammetria era nata con l'assistenza del calcolo numerico, semplice nelle prese da terra soprattutto nel caso normale. Ma subito dopo vennero i tentativi di soluzione grafica e poi "analogica" nel 1910, per

opera di Edoardo De Orel, (2). L'analogia ebbe il sopravvento, durato molti decenni, con la diffusione delle riprese aeree: la risoluzione delle equazioni di collinearità, peraltro ben note (3), non era possibile in tempi ragionevolmente economici e infatti non lo fu sino alla comparsa degli elaboratori elettronici. Quanto avvenne nell'intervallo fra il 1910 (ma soprattutto dopo il 1920, con le prime riprese da aeroplano) e il 1964 anno di presentazione al congresso ISP di Lisbona del primo restitutore analitico OMI-Bendix, lo APC, è descritto in molti libri (4), e non è riassumibile in poche righe. Quanti mezzi e metodi di cal-

colo analogico vennero prodotti in oltre mezzo secolo, costituisce uno dei molti primati dell'inventiva umana. Sorge a questo punto una domanda: chi fra i molti giovani "rampanti" che si occupano oggi a diversi livelli di fotogrammetria, sa cosa sia un "puntinatore" come quello ideato da Santoni nelle Officine Galileo e poi prodotto da altre aziende europee? O di che cosa si parli, ricordando le "maschere a fessura" e i "multiplex", i "secatori radiali" e i dispositivi di compensazione meccanica altimetrica dei "blocchi" di strisciate secondo van der Weele, Jérie, François, Masson d'Autume, tutti poi spariti dopo la

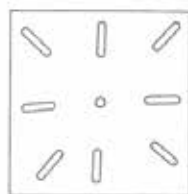


Fig. 2 - Una maschera a fessura e il dispositivo di Masson d'Autume.



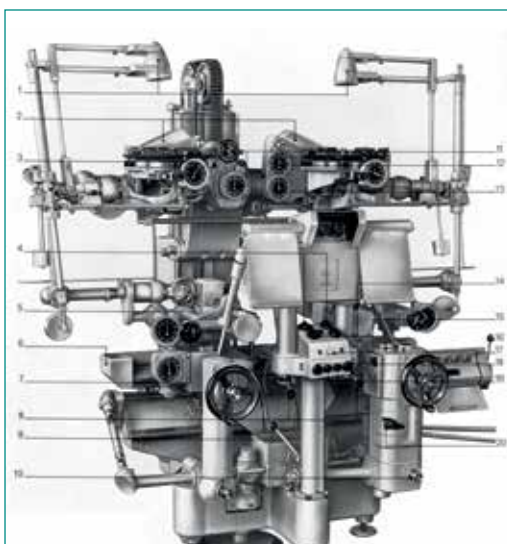
comparsa dei primi tentativi di triangolazione semianalitica? E a questo proposito ancora, chi di loro ha mai visto il "TA3" di Ugo Bartorelli?

Con cilindretti di metallo colleganti lastre di materiale plastico facilmente deformabile e simulanti le superfici in altimetria dei fotogrammi, secondo il principio della minor energia potenziale e con adatto, ingegnoso sistema, si riusciva a trovare le correzioni da apportare ai punti comuni di più fotogrammi contigui.

Certo, non con l'incertezza degli attuali programmi di calcolo numerico!

Gli è che il calcolo elettronico, riesumando le matrici rimaste sepolte per circa un secolo (5) fece tornare alle origini numeriche la fotogrammetria, cancellando quasi di colpo i meravigliosi (e costosi e ingombranti e complessi) mezzi necessari alla soluzione analogica della trasformazione proiettiva. Buttando nel dimenticatoio anche i molti tentativi di soluzione grafica, nei quali si era distinta per esempio a Ferrara, Margherita Piazzolla Beloch fra i tanti (6).

Ciò sconvolse anche il mondo dei fabbricanti di restitutori, raddrizzatori, ortofotoproiettori e minori attrezzi come quelli, fra i tanti, menzionati appena qui sopra. Questo mondo era sin quasi alla fine del ventesimo secolo, alquanto limitato e confinato nelle poche aziende che si interessavano generalmente di ottica (un paio in Italia, altro paio in Svizzera, ancora un paio in Germania...). Oggi queste storiche aziende sono scomparse, oppure sono inglobate in potenti multinazionali o ancora (Zeiss) tornate alle origini, ovvero alla produzione di microscopi, cannocchiali, lenti et similia.



Si confronti uno Stereoplanigrafo C8 (1970) con una qualunque stazione digitale del ventunesimo secolo, come in figura!

Disse l'ingegner Belfiore, allora funzionario del Catasto, in occasione della grande mostra annessa al V congresso internazionale della ISP (presieduta da Gino Cassinis!) svoltosi a Roma nel 1938 (7): "Lo Stereoplanigrafo, nella sua più recente e perfezionata realizzazione, richiamava subito con l'imponenza della sagoma e la complessità ordinata dei congegni l'interesse del pubblico competente...". La stazione digitale sta su di un tavolino e non impressiona oggi nessuno!

Fare previsioni è sempre difficile; mai come nel caso del divenire della fotogrammetria lo è stato. Leggendo oggi, a oltre mezzo secolo di distanza, alcuni scritti di noti protagonisti della disciplina, se ne ha la conferma. Diceva Umberto Nistri nel primo numero del "Bollettino SIFET" (8) quanto segue: "Le attrezzature fotogrammetriche e cioè gli strumenti restitutori sono ancora troppo costosi e richiedono l'impiego di capitali ingenti, che gravano ancora con le loro quote di ammortamento sui rilievi e ne limitano la generalizzazione e l'impiego da parte di piccoli



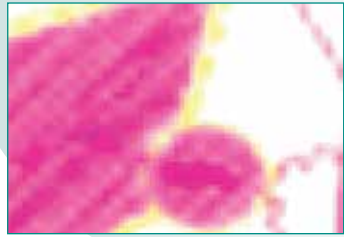
Fig. 3 - Lo Stereoplanigrafo di Walther Bauersfeld, a confronto con una attuale stazione digitale; si pensi anche solo alla enorme differenza (costruttiva e di costo!) fra gli attuali occhiali a cristalli liquidi e i sistemi pancratici di osservazione e collimazione stereoscopica nello Stereoplanigrafo.

complessi industriali ... ma il problema più importante è sempre costituito dalla presa delle fotografie aeree per le aziende industriali private, soprattutto quando si tratta di rilevamento di zone di modesta estensione". Oggi, un buon elaboratore, un buon programma, un plotter verticale sono a disposizione di uno studio professionale senza bisogno di mutui bancari. Una presa da RPAS è possibile senza sacrifici economici e senza ricorrere a camere aerofotogrammetriche disposte su vettori milionari. Ciò almeno per la produzione di cartografia locale a scala grande e grandissima, adatta alla progettazione di opere di estensione limitata.

Oppure per riconoscere e monitorare situazioni di emergenza generate da eventi impreveduti (terremoti, frane, esondazioni). Il direttore generale del catasto Tucci, scriveva nel lavoro citato in (8): "I rilievi con la fotogrammetria aerea richiedono una predisposizione di mezzi tecnici ed economici incomparabilmente maggiori di quelli necessari per i metodi ordinari di rilevamento. Per questi ultimi anche un solo individuo con il suo solo strumento può rendere ottimi servizi, ma per i lavori fotogrammetrici all'individuo deve sostituirsi l'industria". Nella



Fig. 4 - Sopra i granuli di alogenuri d'argento, sotto i pixel di una immagine da CCD.



“Summer school” del Politecnico di Milano, un paio di giovani ricercatori ed un gruppo di studenti, con un “esacottero” montato da loro stessi, una camera digitale, un buon PC e adatti programmi hanno rilevato e restituito a grandissima scala un intero villaggio abbandonato, in Val d'Ossola (10).

Il secondo fattore che ha rivoluzionato la fotogrammetria riguarda l'assunzione e la elaborazione delle immagini. A circa due secoli dalla nascita della fotografia, d'improvviso tutto è cambiato. Da J.Nicéphore Niépce e J.L.M.Daguerre in poi, le immagini venivano ottenute per la trasformazione fisico-chimica che i fotoni generavano sui granuli dell'emulsione di alogenuri d'argento stesi su lastra o pellicola.

Le operazioni di sviluppo, fissaggio, lavaggio e stampa richiedevano interi laboratori: il già citato Belfiore scriveva nell'articolo richiamato in (7): “... Sul fianco dell'edificio era stato sistemato e posto in funzione un completo laboratorio fotografico autocarreggiato, disposto su tre elementi da rimorchio e dotato di tutte le più moderne installazioni per consentire la rapida e perfetta esecuzione di qualsiasi lavoro fotografico di campagna”. Come non sorriderne, oggi? Nel 1969, nei laboratori della “Bell Res. USA”, New Jersey, Willard Sterling Boyle e George Edward Smith inventano il “Charge Coupled Device”; proprio per ciò nel 2009 a Boyle verrà conferito il premio Nobel per la fisica. Il “CCD” archivia informazioni generate da fotoni sotto forma di un pacchetto di cariche elettriche, su un'interfaccia di ossido di silicio. Le informazioni hanno una durata elevatissima, dato che le correnti in gioco sono di soli 10 – 20 nA. Le differenze fra i due sistemi, pellicola e CCD sono enormi; fra quelle più rilevanti vi sono la disposizione e la dimensione degli elementi delle immagini: si vedano le due figure riportate in Fig.4. Sopra nella fotografia analogica: si vedono chiaramente nell'ingrandimento i granuli, irregolarmente distribuiti e di dimensioni variabili, dell'alogenuro d'argento. La loro posizione rispetto a un sistema cartesiano ortogonale, va misurata con un comparatore. Sotto, una immagine digitale; se ne vedono i “pixel” di dimensione costante, disposti a matrice rettangolare: ognuno di loro possiede “a priori” coordinate x_i, y_i ben definite.

E così cambia tutto, in fotogrammetria. Inutile, nell'osservazione di una coppia di fotogrammi, anche lo stereocomparatore della prassi analitica di Helava; non solo: è possibile a questo punto anche il trattamento radiometrico, oltre a quello geometrico, delle immagini.

Ma non basta; per molte parti del processo di restituzione, si può finalmente sostituire l'operatore umano con un adatto programma: è la “correlazione delle immagini”, già prospettata nel 1957 da Hobrough della “Survey Corp.” di Toronto col suo Stereomat, che univa un restitutore a proiezione ottica con un dispositivo elettronico a tubo catodico. Molti i tentativi successivi, col Planimat D2 Zeiss connesso al correlatore della “Itek Corp.” di Lexington, USA e con lo “UNAMACE” (*Universal Automatic Map Compilation Equipment*) della Bunker-Ramo (4). Ma solo con l'avvento della fotogrammetria digitale lo “Image matching” trova la via del successo (10). Orientamento interno ed esterno, triangolazione aerea, ortofotoproiezione, formazione di DTM e simili sono oggi quasi del tutto automatizzati; resta il problema delle parti semantiche, per cui l'osservatore umano è al momento insostituibile. Quanti tentativi di risolvere graficamente o per via numerica, partendo dagli anni venti del Novecento, il famoso problema del “vertice di piramide”! L'idea di stabilire almeno la posizione, se non l'assetto, dell'obbiettivo di presa legato all'aereo, ha tormentato per parecchi decenni la mente dei fotogrammetri. Solo la costellazione dei satelliti artificiali naviganti a ventimila chilometri di quota ha poi risolto il problema; circa l'assetto ci hanno pensato i sistemi inerziali.

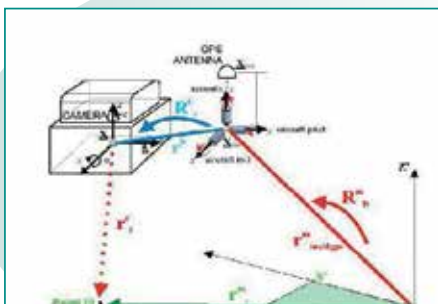


Fig. 5 - Assetto e posizione della camera in volo.

E' nata quindi col nuovo millennio la fotogrammetria diretta (11), sulla quale si tenne fra l'altro un simposio internazionale all'Università di Pavia. Vero è che persistono ancora parecchi dubbi in proposito, ma molte sperimentazioni (12) ne hanno dato esito positivo e anche in questo caso, certamente migliorabile in tempi brevi. E' un vero peccato che il contributo italiano alla rivoluzione digitale della fotogrammetria sia sinora modesto o quasi nullo. Molti lavori, molte pubblicazioni ma nessuna idea nuova. Tre o quattro decenni fa, quando la fotogrammetria era analitica, si videro ancora lampi di genio, con Giuseppe Inghilleri e le Officine Galileo, o con l'idea dell'ortoproiettore a camera singola di Giuseppe Birardi. Ma or-

mai si era lontani dai tempi in cui "... *gli inventori e gli industriali ... hanno dato alla fotogrammetria italiana lo sviluppo che oggi la pone in un piano di preminenza internazionale ...*" (7); e anche da quelli nei quali era preminente "... *l'opera di affiancamento nella ricerca, di sperimentazione condotta con stretto rigore scientifico ed anche di istruzione, di sostegno e di prezioso aiuto agli studiosi vicini e lontani compiuta da alcuni Istituti Universitari, primo fra i quali quello di Topografia e Geodesia del Regio Politecnico di Milano, che sotto la direzione del prof. ing. Gino Cassinis può dirsi da tempo divenuto il vivaio degli ingegneri che alla fotogrammetria dedicano attenzione*" (7). Ci resta solo, come italiani, la "spes, ultima dea".

ABSTRACT

- 1) Attilio Selvini, Franco Guzzetti, *Fotogrammetria generale*. UTET, Torino, 2000.
- 2) Attilio Selvini, Edoardo De Orel, *la fotogrammetria diventa adulta* GeoMedia, Roma, 2013.
- 3) Paolo Dore, *Fondamenti di fotogrammetria*. Zanichelli, Bologna, 1938.
- 4) Giorgio Bezoari, Attilio Selvini, *Gli strumenti per la fotogrammetria*, Liguori, Napoli, 1999.
- 5) P.Rudolph Wolf, *Matrix algebra - a tool for engineers and surveyors*. Surveying and Mapping, NY, nr. 9/1970.
- 6) Attilio Selvini, *Appunti per una storia della topografia in Italia nel ventesimo secolo*. Maggioli, Rimini, 2013.
- 7) Placido Belfiore, *La V Esposizione internazionale di fotogrammetria*. Rivista del Catasto e dei SS.T.T.EE. Roma, n. 1/ 1939.
- 8) Michele Tucci, *Sulla convenienza dell'impiego della fotogrammetria aerea per la formazione del catasto*. Rivista del Catasto e dei SS.T.T.EE. Roma, n.1/1939.
- 9) Umberto Nistri, *L'industria fotogrammetrica ed il suo avvenire*. Bollettino SIFET, n.1/1951.
- 10) Carlo Monti, Attilio Selvini, *Topografia, fotogrammetria e cartografia all'inizio del ventunesimo secolo*. Maggioli, Rimini, 2015.
- 11) Vittorio Casella, Riccardo Galetto, *An italian national research project on inertial positioning in photogrammetry*. ISPRS Workshop, WG1/5, 2003.
- 12) Giorgio Bezoari, Marco Borsa, Attilio Selvini, *Fotogrammetria diretta e tradizionale: un testo di confronto*. Rivista dell'Agenzia del Territorio, Roma, n. 2/2008.

PAROLE CHIAVE

FOTOGRAMMETRIA; RIVOLUZIONE; DIGITALE

ABSTRACT

Birth, Evolution and Revolution of Photogrammetry. The digital transformation, the "Charge Coupled Device", the new recruitment methods and image processing, the RPAS, Direct Photogrammetry ... And the Italians?

AUTORE

ATTILIO SELVINI
SELVINI.ATTILIO@GMAIL.COM



WWW.SISTER.IT

SERVIZI ED INNOVAZIONE DA OLTRE 20 ANNI

Sistemi Informativi Geografici



comprendere
e gestire il territorio

Geo Business Intelligence



analizzare i dati
per decidere meglio

Web Semantico, Big e Open Data



la conoscenza
al servizio di tutti

Public Utilities



più efficienti e competitivi
con le tecnologie GIS & BI