

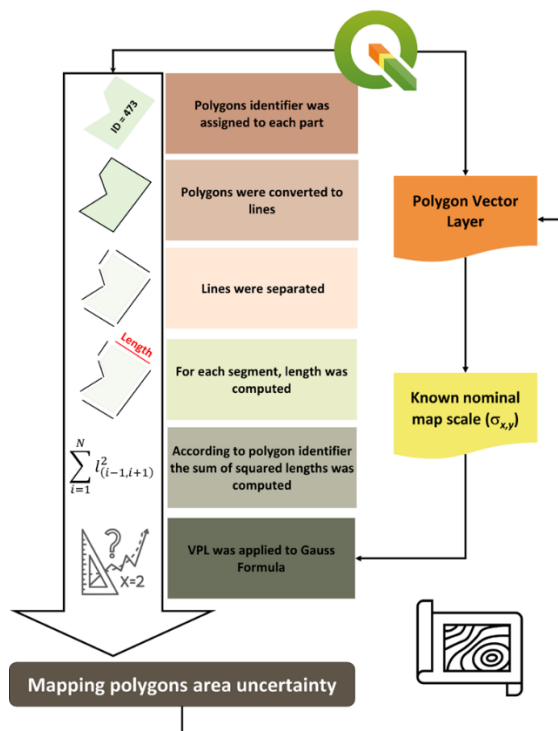
## Un'incertezza affligge le foreste. Aspetti teorici e pratici nella stima dell'incertezza della superficie forestale calcolata in ambiente GIS

De Petris S.<sup>1</sup>[0000-0001-8184-9871]; Sarvia F.<sup>1</sup>[0000-0003-4556-446X]; Borgogno-Mondino E.<sup>1</sup>[0000-0003-4570-8013]

<sup>1</sup> Dipartimento scienze agrarie, forestali ed alimentari, Università di Torino, [samuele.depetris@unito.it](mailto:samuale.depetris@unito.it); [filippo.sarvia@unito.it](mailto:filippo.sarvia@unito.it); [enrico.borgogno@unito.it](mailto:enrico.borgogno@unito.it)

**Abstract.** L'errore nel calcolo dell'area di un poligono da una mappa digitale è un problema comunemente trascurato dagli utenti in telerilevamento e nei sistemi informativi geografici (GIS) [1]. Numerosi ambiti applicativi basano le proprie conclusioni su misure condotte su dati telerilevati ed in particolare su immagini aeree e/o satellitari. In molti casi l'informazione che si ricerca è quella del computo areale di zone a copertura di interesse. E' ormai deprecabile abitudine, sia in ambito accademico che operativo, quella di comunicare le misure senza correderle dell'auspicata quantificazione dell'errore che le riguarda, cioè dell'incertezza che ne caratterizza l'utilizzo. Secondo la notazione classica ogni misura dovrebbe essere definita non solo dalla stima del suo valor medio, ma anche dalla stima del suo scarto quadratico medio (s.q.m.) inteso a misurarne la dispersione. La trattazione statistica di tali grandezze consente di fornire stime ammissibili della precisione prevista per le misure indirette. E' obiettivo di questo contributo quantificare tale grandezze e procedere ad una proposta di approccio metodologico in grado di tenere in conto questo tipo di filosofia anche nel caso di misura di aree condotta su immagini digitali georiferite. La procedura proposta considera l'area di un poligono, identificabile sulla scena e vettorizzabile, come una misura indiretta di una grandezza e analizza il problema dal punto di vista della propagazione della varianza, tenendo in conto che le misure dirette ammissibili sono la posizione planimetrica dei vertici del poligono. Tali quantità costituiscono grandezze misurate indirettamente, pertanto l'errore potenziale che le caratterizza (spesso tutt'altro che trascurabile) risulta dall'interazione additiva e moltiplicativa di tutti gli errori relativi alle grandezze dirette che partecipano alla loro definizione. In questo lavoro, in particolare, viene considerato il problema della misura di aree derivanti da cartografie vettoriali o condotte per fotointerpretazione su immagini digitali georiferite (possibilmente ortoproiettate). La scelta di indirizzare l'indagine verso questa specifica problematica è stata suggerita dall'osservazione del panorama applicativo odierno. Numerose pubblicazioni scientifiche ed esperienze sono indirizzate allo studio delle dinamiche evolutive di coperture di interesse (specie quelle forestali) basate su dati telerilevati: si pensi, per esempio, agli studi multitemporali riguardanti le coperture nevose o vegetate, piuttosto che le indagini relative ai disboscamenti o all'arretramento delle coste. Tutti questi ambiti basano le loro considerazioni su misure areali (assolute o relative) delle coperture di interesse in periodi successivi producendo

numeri privi di qualunque certificazione di qualità ed assunti, senza riserva, come veritieri. Vale dunque la pena porsi il problema di come si possa e si debba dotare le misure della relativa precisione, da comunicare sempre all'utente finale [2]. In questo lavoro viene presentato un metodo implementato in ambiente QGIS per stimare l'incertezza legata al calcolo dell'area dei poligoni in una mappa vettoriale basata sulla legge della propagazione della varianza [3]. Una sintesi del workflow è riportata in figura 1. Inoltre, è stata analizzata la relazione dell'errore dell'area con le caratteristiche geometriche dei poligoni. Per questo compito è stato applicato un approccio basato sulla regressione multivariata [4]. Dopo aver presentato il metodo, per dimostrarne le capacità operative, è stato applicato alla mappa forestale a scala 1:10000 della regione Piemonte. I valori mediani dell'incertezza stimata (percentuale) sono risultati pari allo 0,02%. È stato inoltre dimostrato che la stessa forma di poligono costruita utilizzando un numero inferiore di vertici (segmenti più lunghi) genera stime dell'area meno accurate rispetto a quelle ottenute da poligoni costruiti utilizzando un numero maggiore di vertici (segmenti più corti). Questo metodo, opportunamente implementato in ambiente QGIS, è utile per allertare l'utente forestale circa l'errore derivante da analisi cartografiche e come questo si possa ripercuotere sulle relative stime di biomassa.



**Fig. 1.** Procedura implementata in QGIS per mappare l'incertezza dell'area dei poligoni di una cartografia forestale.

### Riferimenti bibliografici

- [1] D. J. Unwin, "Geographical information systems and the problem of 'error and uncertainty,'" *Progress in Human Geography*, vol. 19, no. 4, pp. 549–558, Dec. 1995, doi: 10.1177/030913259501900408.
- [2] G. B. M. Heuvelink, J. D. Brown, and E. E. Van Loon, "A probabilistic framework for representing and simulating uncertain environmental variables," *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 21, no. 5, pp. 497–513, May 2007, doi: 10.1080/13658810601063951.
- [3] S. De Petris, F. Sarvia, and E. Borgogno-Mondino, "About polygon area uncertainty in GIS and its implications on agro-forestry estimates," *Ecological Informatics*, vol. 81, p. 102617, 2024.
- [4] J. M. LeBreton and S. Tonidandel, "Multivariate relative importance: extending relative weight analysis to multivariate criterion spaces.," *Journal of Applied Psychology*, vol. 93, no. 2, p. 329, 2008.

