

# Studio dell'accuratezza di Open Street Map e Google Maps per alcune città della Provincia di Pavia

Laura Annovazzi Lodi <sup>(a)</sup>, Marica Franzini <sup>(a)</sup>, Vittorio Casella <sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> DICAR - Università degli Studi di Pavia, via Ferrata 3, 27100 Pavia - [laura.annovazzilodi01@universitadipavia.it](mailto:laura.annovazzilodi01@universitadipavia.it), (marica.franzini, vittorio.casella)@unipv.it

## Introduzione

La diffusione di Internet ha consentito la nascita del crowdsourcing, una modalità in cui un progetto viene sviluppato da una pluralità di persone che non sono state reclutate e formate allo scopo, ma collaborano volontariamente e in genere gratuitamente. Gli strumenti con cui tali progetti vengono portati a termine sono usualmente delle apposite piattaforme web.

Esistono esempi di crowdsourcing anche nel campo della cartografia: si parla in questo caso di crowdmapping. L'esempio più significativo è OpenStreetMap, una mappa dettagliata di tutto il mondo realizzata e costantemente aggiornata, estesa e perfezionata da una molteplicità di volontari attrezzati con smartphone e/o ricevitori GNSS. Data la varietà dei contributori e la loro eterogeneità, uno degli aspetti critici del crowdmapping è l'omogeneità e il livello qualitativo dei dati. Nel caso di OpenStreetMap, la piattaforma può dirsi ormai ben consolidata e, nelle riviste scientifiche, iniziano a comparire articoli aventi lo scopo di verificarne la qualità (Ciepiłuch et al., 2010; Brovelli et al., 2017; Casella et al., 2018).

Il lavoro qui esposto prende in considerazione sia OSM che il suo principale competitor, Google Maps. Per entrambe le cartografie è stata analizzata l'accuratezza planimetrica dell'informazione geografica contenuta sui tre principali centri abitati della Provincia di Pavia: Pavia, Vigevano e Voghera.

## Metodo

Nel presente articolo sarà analizzata l'accuratezza delle cartografie OpenStreetMap (OSM) e Google Maps (GM), per i tre principali centri abitati della Provincia di Pavia: Pavia, Vigevano e Voghera. Con il termine accuratezza planimetrica si intende la corretta georeferenziazione degli elementi mappati rispetto alla loro corretta posizione derivata dalla cartografia tecnica ufficiale (CTC – Cartografia Tecnica Comunale).

L'approccio adottato per la raccolta dei dati è stato di tipo manuale a causa della diversa natura delle cartografie esaminate, vettoriale per OSM e raster per GM. Lo studio si è avvalso principalmente dell'utilizzo del software open-source QGIS per l'individuazione degli elementi significativi e di alcuni codici Matlab appositamente scritti per elaborare le statistiche finali.

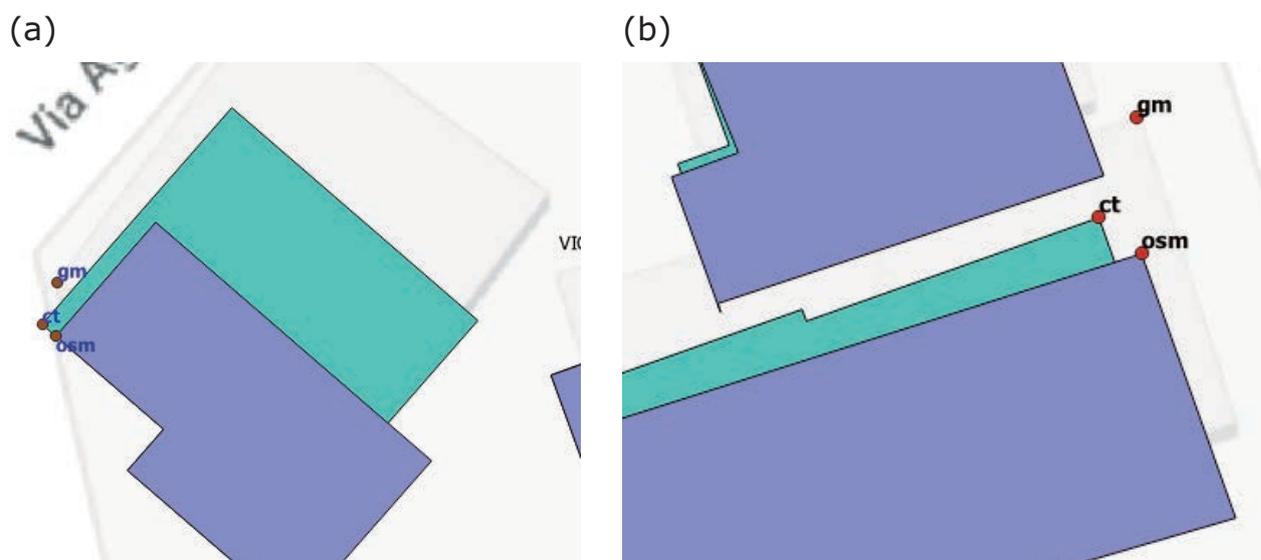


Figura 1. Esempi di collimazione degli spigoli degli edifici sulle tre cartografie, CTC, OSM e GM: a sinistra (a) Voghera, a destra (b) Vigevano.

Per ogni città è stato selezionato un numero significativo di punti tripli, costituiti da spigoli di edifici, aventi cioè coordinate note nella cartografia tecnica, in OSM e GM, e distribuiti uniformemente sul territorio comunale (Figura 1). La numerosità finale è di 198 elementi per la città di Pavia e 100 punti per Vigevano e Voghera. L'accuratezza è stata valutata comparando le coordinate dei punti sulla CTC, coordinate ritenute "vere", e le corrispondenti misurate sulle due cartografie oggetto di indagine. Sono stati formati i residui secondo la formula:

$$s_i = X_i^{CTC} - X_i^{OSM,GM} \quad i = 1, n$$

in cui  $X^{CTC}$  rappresentano le coordinate planimetriche ottenute dalla CTC e  $X^{OSM,GM}$  quelle ottenute rispettivamente da OSM e GM. Dagli scarti planimetrici è stata anche derivata la distanza 2D tra la posizione vera e quella mappata. Sono infine state calcolate le principali figure statistiche: minimo, massimo, media, deviazione standard ed errore quadratico medio, sulle due componenti planimetriche, Est e Nord, e sulla distanza 2D. I valori sono riportati per le due cartografie esaminate, OSM e GM, in Tabella 1, Tabella 2 e Tabella 3, rispettivamente per Pavia, Vigevano e Voghera.

La dinamica degli scarti viene riportata anche graficamente in Figura 2, Figura 3 e Figura 4: utilizzando come sfondo l'ortofoto di Regione Lombardia del 2005, le immagini evidenziano l'andamento degli scarti con dei vettori di colore giallo che uniscono la posizione corretta del punto (derivata dalla cartografia tecnica) alla posizione mappata sulle cartografie in esame.

Osservando i risultati ottenuti sulla città di Pavia (Tabella 1 e Figura 2) è evidente come gli scarti OSM, seppure contenuti rispetto a GM, presentino un chiaro sistematismo indice che la cartografia è internamente congruente ma georeferenziata in modo scorretto. L'entità di questo errore è complessivamente di 70 cm. GM mostra invece uno dei valori più grandi, di circa 1.7 m su entrambe le componenti, e distribuiti in modo caotico sull'intera città.

Pavia # 198	OpenStreetMap			Google Map		
	dE [m]	dN [m]	d2D [m]	dE [m]	dN [m]	d2D [m]
<b>Min</b>	-0.722	-0.225	0.396	-9.582	-2.841	0.076
<b>Max</b>	0.356	-0.128	0.735	5.703	7.062	9.920
<b>Media</b>	-0.685	-0.171	0.709	0.283	1.009	2.088
<b>Dev.std</b>	0.076	0.021	0.025	1.775	1.395	1.349
<b>EQM</b>	0.689	0.172	0.710	1.797	1.722	2.486

Tabella 1. Analisi di accuratezza OSM e GM per il Comune di Pavia. Principali figure statistiche per le due componenti planimetriche, Est e Nord, e per la distanza 2D

(a)



(b)



Figura 2. Analisi di accuratezza per il Comune di Pavia: in alto (a) i risultati per OSM, sotto (b) per Google Maps. Le linee indicano i residui planimetrici sui punti presi in esame

Vigevano presenta complessivamente i risultati migliori per OpenStreetMap con degli EQM finali intorno a mezzo metro per entrambe le componenti planimetriche (Tabella 2 e Figura 3). È da evidenziare tuttavia come tra i 100 spigoli selezionati per l'analisi siano presenti degli elementi palesemente georeferenziati in modo errato che peggiorano la qualità della cartografia soprattutto in termini di congruenza interna. GM presenta errori significativi, in

particolare nella componente Nord dove è evidente anche un sistematismo. La qualità complessiva in questo caso è di circa 3.5 m.

Vigevano # 100	OpenStreetMap			Google Map		
	dE [m]	dN [m]	d2D [m]	dE [m]	dN [m]	d2D [m]
<b>Min</b>	-2.035	-2.723	0.000	-2.581	1.291	1.341
<b>Max</b>	3.951	1.901	4.112	6.078	6.172	6.239
<b>Media</b>	0.086	-0.085	0.243	0.852	3.118	3.433
<b>Dev.std</b>	0.608	0.420	0.708	1.199	0.879	0.924
<b>EQM</b>	0.614	0.428	0.748	1.470	3.239	3.556

Tabella 2. Analisi di accuratezza OSM e GM per il Comune di Vigevano. Principali figure statistiche per le due componenti planimetriche, Est e Nord, e per la distanza 2D

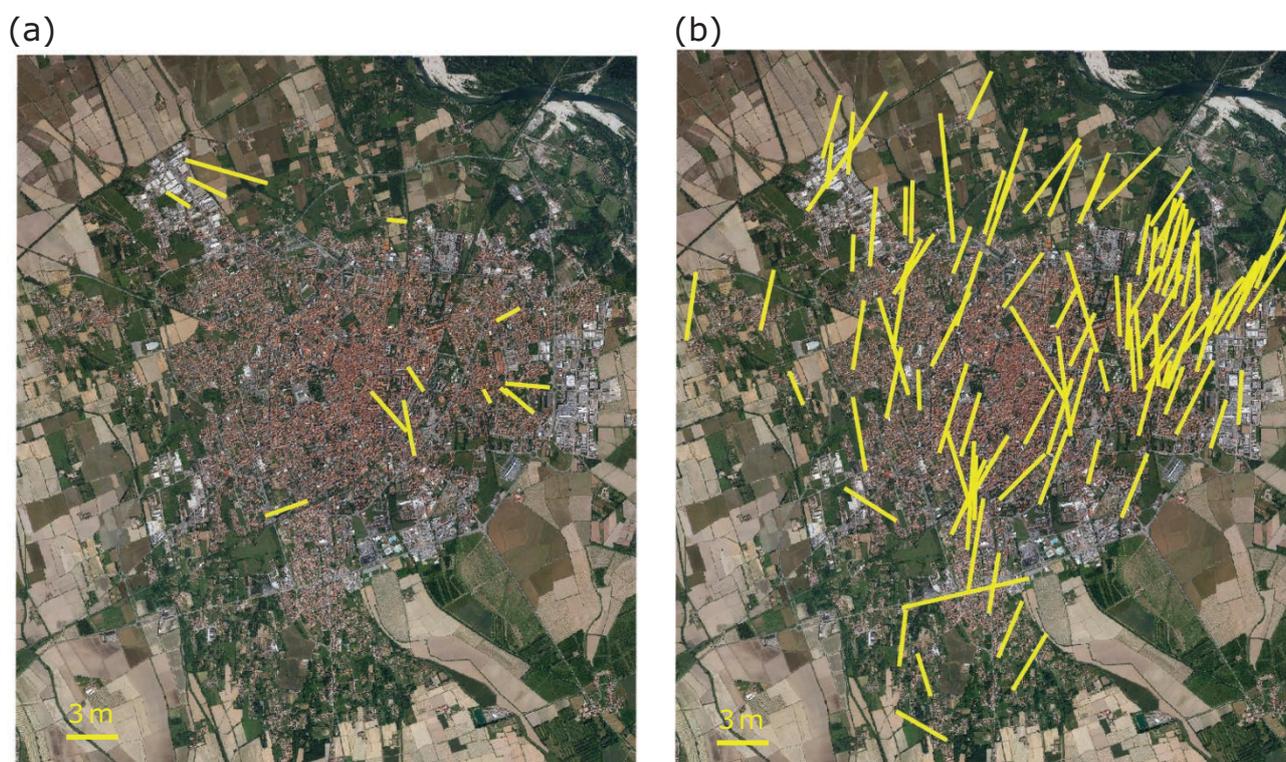


Figura 3. Analisi di accuratezza per il Comune di Vigevano: in alto (a) i risultati per OSM, sotto (b) per Google Maps. Le linee indicano i residui planimetrici sui punti presi in esame

Osservando i risultati ottenuti per Voghera (Tabella 3 e Figura 4) si nota come la qualità raggiunta dalle due cartografie presenti valori comparabili. Per OSM l'accuratezza planimetrica complessiva è, in termini di EQM, prossima ai 2 metri, mentre per GM di poco superiore ai 2.5 m. L'andamento spaziale degli scarti è sostanzialmente casuale anche se, per OSM, gli scarti sembrano di entità maggiore nella parte Est della città.

Voghera # 100	OpenStreetMap			Google Map		
	dE [m]	dN [m]	d2D [m]	dE [m]	dN [m]	d2D [m]
<b>Min</b>	-2.333	-2.833	0.164	-4.776	-3.171	0.165
<b>Max</b>	6.036	3.798	6.109	8.608	5.310	8.610
<b>Media</b>	0.567	-0.473	1.619	-0.354	0.618	2.299
<b>Dev.std</b>	1.499	0.998	1.072	2.126	1.508	1.403
<b>EQM</b>	1.603	1.105	1.941	2.155	1.629	2.693

Tabella 3. Analisi di accuratezza OSM e GM per il Comune di Voghera. Principali figure statistiche per le due componenti planimetriche, Est e Nord, e per la distanza 2D

(a)



(b)

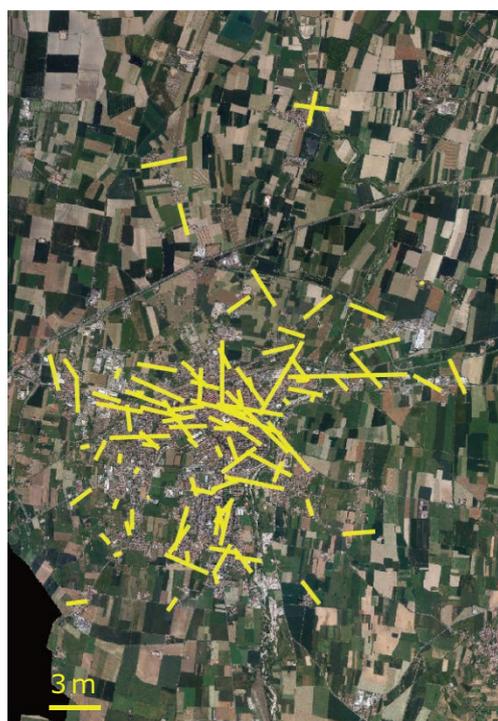


Figura 4. Analisi di accuratezza per il Comune di Voghera: in alto (a) i risultati per OSM, sotto (b) per Google Maps. Le linee indicano i residui planimetrici sui punti presi in esame

## Conclusioni

Lo studio riguarda l'analisi di accuratezza delle cartografie OSM e GM su tre città della Provincia di Pavia: Pavia, Vigevano e Voghera. Per ogni città sono stati selezionati tra i 100 e 200 spigoli di edifici sulla cartografia tecnica di riferimento. Le coordinate di tali punti sono state confrontate con quelle ottenute collimando gli stessi elementi sulle cartografie in esame, OpenStreetMap e Google Maps.

I residui così ottenuti sono stati analizzati statisticamente calcolandone le principali figure statistiche: media, deviazione standard ed errore quadratico medio. L'analisi dei risultati ha mostrato come le due cartografie sulle tre città presentino dei comportamenti sostanzialmente differenti.

OpenStreetMap fornisce generalmente i risultati migliori, specialmente per le città di Pavia e Vigevano che mostrano EQM 2D inferiori al metro. Anche in questi due casi sono presenti tuttavia delle anomalie: per Pavia l'errore è sostanzialmente causato da un sistematismo nella georeferenziazione mentre a Vigevano è evidente la presenza di errori grossolani su alcuni edifici.

Google Maps ha risultati significativamente peggiori con errori quadratici medi sulla distanza 2D compresi tra 2.5 e 3.5 metri.

### **Riferimenti bibliografici**

Ciepluch B., Jacob R., Mooney P., Winstanley A. C. (2010). "Comparison of the accuracy of OpenStreetMap for Ireland with Google Maps and Bing Maps". *Proceedings of the Ninth International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences*, 20-23rd July 2010, 337.

Brovelli M. A., Minghini M., Molinari M., Mooney P. (2017). "Towards an automated comparison of OpenStreetMap with authoritative road datasets", *Transactions in GIS*, 21(2), 191-206.

Casella V., Franzini M., Girone G., Marchese P., Pella E., Annovazzi Lodi L. (2018). "Studio sistematico della completezza di Open Street Map e Google Maps per la Provincia di Pavia", *XXII Conferenza Asita*, Bolzano, Italia. ISBN 978-88-941232-1-0