Possibilità di “rigenerazione” della cartografia catastale implementando il Progetto TAF 2.0 - presentazione del test nell’area bolognese del Lazzaretto

Gavaruzzi Roberto [1] e Barbarella Maurizio [2]

[1] Pensionato, ex Regione Emilia-Romagna, roberto.gavaruzzi@gmail.com
[2] Università degli Studi di Bologna, maurizio.barbarella@unibo.it

Abstract.
Oggetto della presente ricerca è la valutazione della possibilità di miglioramento, ufficiale e condiviso, della georeferenziazione dei dati cartografici catastali nelle aree in forte sviluppo urbano finalizzato sia a una loro maggiore sovrapponibilità a dati topografici degli Enti Locali, sia a facilitarne l’uso, in ambienti BIM e GIS, per la gestione di progetti di trasformazione territoriale georiferiti in ETRF2000. Il contesto operativo è dato dal Progetto TAF 2.0 dell’Agenzia delle Entrate; esso prevede di attribuire ai Punti Fiduciali catastali (PF) le coordinate satellitari ETRF2000 agendo con due modalità: a) mantenendone la materializzazione se “rilevabile con artefici semplici”; b) sostituendone la materializzazione per ottenere una “libera e facile accessibilità stazionabile in centro”. Nel test abbiamo scelto la modalità a) e utilizzato dei PF preesistenti materializzati da spigoli di fabbricato e ben visibili da aree pubbliche; per ogni PF abbiamo materializzato due fuori centro con chiodi topografici, misurato in modo ridondante le loro coordinate in modalità NRTK e, stazionando su di essi, collimato ripetutamente i PF per misurare di angoli, distanze ottenendo le loro coordinate in ETRF2000. Le coordinate così misurate risultano affidabili perché derivanti da uno specifico protocollo di acquisizioni ridondanti e calcolo di compensazione messo a punto e sperimentato nel test. Le distanze tra i PF definite dalle nostre misure e quelle precedenti dei professionisti presenti nel repertorio TAF mostrano discrepanze di pochi centimetri, mentre le coordinate dei PF da noi misurate e quelle presenti nelle monografie del Catasto presentano discrepanze di pochi metri, piccole ma non trascurabili.
Considerazioni: (a) le distanze relative tra i PF nel foglio da noi misurate e quelle di repertorio sono tra loro congruenti; quindi eventuali variazioni di coordinate ETRF2000 ai dati territoriali catastali non produrranno variazioni sostanziali (di distanze e di superfici); (b) le coordinate ETRF2000 dei PF suggeriscono l’opportunità, almeno per questa specifica area, di una nuova edizione ufficiale “rigenerata” della cartografia; (c) il nostro metodo di misura richiede tempi di rilevamento leggermente incrementati con l’utilizzazione di un secondo servizio di posizionamento e la collimazione ripetuta dei fabbricati; (d) vista la possibilità di intervenire anche per piccole zone corrispondenti alle aree di fogli analogici catastali, riteniamo che la maggiorazione dei costi per l’utilizzazione della nostro metodo di misura e calcolo possa essere finanziata da Enti Locali quando interessati ad utilizzare una nuova edizione ufficiale georiferita in ETRF2000

della carta catastale che faciliti la gestione delle trasformazioni territoriali in ambienti BIM e GIS.

Parole chiave: Rilevamento satellitare di alta precisione, Punti Fiduciali catastali (PF), Progetto TAF 2.0, integrazione elaborazioni BIM e GIS, rilevamento NRTK, rilevamento Total Station.

1 Scenario e prospettive

1.1 Prospettive BIM nel Catasto: edifici 3D e terreni 2D

Nel 2023 sulla rivista Territorio dell'Agenzia delle Entrate (pag. 65-90) V. Lucchese et alii [1] raccontano delle prospettive di utilizzazione del sw BIM per il Catasto in Italia e in Europa, essi scrivono: "l'integrazione del BIM nei sistemi catastali rappresenta una frontiera chiave per la trasformazione digitale della Pubblica Amministrazione, mirando a superare i tradizionali rilievi bidimensionali attraverso modelli informativi tridimensionali georeferenziati". Per lo sviluppo del caso italiano gli autori ipotizzano l'adozione del modello "ibrido": particelle catastali 2D, edifici 3D; attività da loro ritenuta relativamente facile da progettare per le nuove costruzioni, mentre per le costruzioni esistenti le informazioni nel DB Catastale "rendono la progettazione della modellazione 3D complessa" ed ancora da sviluppare.

Riteniamo che già nel breve periodo questa complessità sarà facilmente affrontabile se si utilizzeranno modelli 3D degli edifici forniti dai programmi di telerilevamento IRIDE, missione diventata operativa questa estate [2]. Si tratta di una missione gestita da ASI avente per obiettivo di "mettere a disposizione dati geospaziali affidabili e tempestivi a supporto delle decisioni della Pubblica Amministrazione e degli operatori privati per favorire una gestione più efficace delle risorse naturali e delle emergenze". A regime IRIDE comprenderà 68 satelliti appartenenti a sei costellazioni caratterizzate da sensori radar e ottici con differenti risoluzioni spaziali, temporali e spettrali. In tale contesto sarà realizzato anche un costante "monitoraggio delle infrastrutture e del consumo di suolo". Attività che potrà anche fornire al Catasto una costante e accurata modellazione 3D degli edifici.

1.2 Modalità di georeferenziazione della Cartografia catastale

La cartografia catastale italiana è stata rilevata nel periodo 1886-1956 e disegnata complessivamente in 310.000 fogli. Denominati "fogli di mappa" ed in genere disegnati alla scala 1:2.000; fogli caratterizzati da essere disegnati a perimetro chiuso, ovvero delimitati dalla rappresentazione di corsi d'acqua, strade ed altri particolari lineari presenti sul territorio.

La cartografia è stata gestita con disegno manuale fino agli anni ottanta; poi si passò alla gestione numerica digitalizzando, georeferenziando e mosaicando i fogli. Nelle attività di digitalizzazione fu completata la conversione di georeferenziazione tra i vari

sistemi iniziali (Cassini-Soldner, Sanson-Flamsteed ed altri) nel sistema di rappresentazione Gauss-Boaga collegato al sistema di riferimento nazionale Roma40.

Nel 1988 (circolare 2 del 26 febbraio) fu introdotta la procedura digitale PreGeo [3]; essa è caratterizzata dalla realizzazione degli aggiornamenti con dati georeferenziati solo relativamente a una selezione di particolari cartografici ben individuabili sul terreno, interdistanti mediamente 300 metri, denominati Punti Fiduciali catastali (PF).

Nel 2008 l'Istituto Geografico Militare (IGM) stipulò accordi di collaborazione con i gestori di cento stazioni permanenti satellitari (interdistanti circa 100 chilometri) per l'utilizzazione dei loro dati registrati in modo permanente. L'IGM con i primi dati calcolò la posizione (georeferenziazione) delle suddette stazioni permanenti. Calcoli confermati sia dalla loro ripetizione indipendente da tre poli universitari italiani, sia dalla supervisione delle relative attività scientifiche da parte del competente organismo europeo EUREF. Dal 2008 questo insieme di cento stazioni è conosciuto come Rete Dinamica Nazionale (RDN), con il suo calcolo si determinò un nuovo sistema di riferimento geodetico nazionale l'ETRF2000 epoca 2008. Sistema adottato dalla pubblica amministrazione con il DPCM del 10 novembre 2011 [4], in esso fu previsto che i successivi rilevamenti topografici fossero georeferenziati direttamente in ETRF2000 utilizzando Servizi di posizionamento (reti di stazioni satellitari permanenti); mentre per le cartografie topografiche già esistenti fu prevista la conversione dal sistema Gauss-Boaga [Roma 1940] all'ETRF2000 con le procedure IGM che utilizzano come punti in doppie coordinate i vertici IGM95, interdistanti mediamente una ventina di chilometri.

Una interdistanza eccessiva per le esigenze cartografiche catastali derivanti dalla digitalizzazione dei fogli analogici di mappa a perimetro chiuso: un puzzle mosaicato a regola d'arte ma si tratta (complessivamente sul territorio nazionale) di circa 310.000 fogli. Quindi la versione ETRF2000 della cartografia catastale è una versione secondaria oggi pubblicata per ottemperare all'art. 2 del suddetto decreto 2011, mentre la versione primaria e gestionale topografica è rimasta quella in Gauss-Boaga.

1.3 Possibile integrazione tra il progetto TAF 2.0 e l'acquisizione di dati per la "rigenerazione" della mappa

Il progetto TAF 2.0 [5] prevede la nuova misurazione delle coordinate ETRF2000 dei PF mediante rilevamento topografico satellitare e potrà anche fornire punti in doppie coordinate (Gauss-Boaga e ETRF2000) di spigoli di edifici a interdistanza molto più densa rispetto a quella attualmente utilizzata (da interdistanza attuale circa di 20 km a futura interdistanza di poche centinaia di m). Si tratta di sfruttare, come vedremo in seguito, la parte del progetto TAF 2.0 relativa a esistenti PF definiti da spigoli di fabbricato nei casi in cui essi siano visibili da fronte strada. Ciò potrebbe consentire la realizzazione di una nuova edizione della carta catastale senza precludere le informazioni metriche catastali locali pregresse (dimensione di edifici e di particelle).

Abbiamo denominato questa ipotesi operativa di nuova edizione "rigenerazione" locale (anche per piccole aree corrispondenti ad un insieme dei fogli analogici catastali) della georeferenziazione ETRF2000 della cartografia catastale. L'edizione "rigenerata"

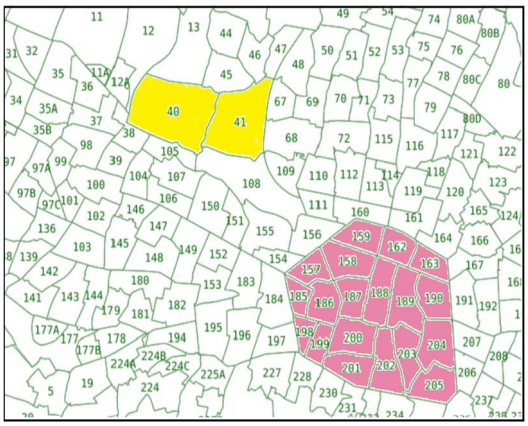
sarà estremamente utile nel medio e lungo periodo perché fornirà una migliore sovrapponibilità con i futuri (e più accurati) dati satellitari ordinariamente georeferenziati in ETRF2000; conseguentemente ciò favorirà ulteriormente la diffusione, anche in Italia, delle tecniche di integrazione tra ambienti BIM e GIS.

2. Test nell'area bolognese del Lazzaretto

2.1 Consistenza e ubicazione del test

La metodologia di rilievo sperimentata in questo test ha utilizzato sia una doppia acquisizione delle misure NRTK (per la definizione delle coordinate dei due chiodi materializzanti i fuori centro per ogni PF spigolo di fabbricato), sia la realizzazione di una doppia intersezione in avanti (per la collimazione, facendo stazione sui fuori centro, dello spigolo di fabbricato materializzante il PF). La finalità di questa metodologia è stata quella di effettuare misure controllabili oltre che precise, al fine di evitare errori grossolani ancorché piccoli.

Sono stati scelti 5 PF catastali in prossimità della Facoltà di Ingegneria in Via Terracini compresi nei fogli 40 e 41 di Bologna materializzati da spigoli di fabbricato e visibili da fronte strada. (fogli catastali 40 e 41 in giallo, centro storico di Bologna in magenta).



Elenco Punti Fiduciali utilizzati nel test

1. PF 03/0400/A944 alias PF 4003
2. PF 06/0410/A944 alias PF 4106
3. PF 07/0410/A944 alias PF 4107
4. PF 09/0410/A944 alias PF 4109
5. PF 10/0410/A944 alias PF 4110

Fig. 1. Ubicazione e consistenza del test

2.2 Metodologia di rilevamento satellitare NRTK dei fuoricentro

Per ogni PF spigolo di fabbricato sono prima stati materializzati due fuori centro con chiodi topografici; stazionando su di essi sono state realizzate due acquisizioni NRTK: la prima utilizzando il Servizio di posizionamento NetGEO, la seconda Servizio di posizionamento SmartNET; su ogni chiodo sono stati realizzati tempi di acquisizione di tre minuti per ciascuno dei due servizi; il confronto delle posizioni (v. tab. 1) rilevate risulta molto congruente e ne conferma la validità.

Chiodi fuori centro	4003.01	4003.03	4106.01	4106.03	4107.03
Differenze NORD	0,010	-0,004	0,010	0,007	0,005
Differenze EST	0,010	0,003	-0,010	0,001	0,002
Differenze in quota	-0,03	-0,038	-0,040	-0,001	0,002
Chiodi fuori centro	**4107.04**	**4109.01**	**4109.02**	**4110.02**	**4110.03**
Differenze NORD	-0,011	0,010	0,010	0,010	0,013
Differenze EST	0,010	0,000	0,000	0,000	0,008
Differenze in quota	0,000	-0,060	-0,040	-0,020	-0,017

Tab. 1. Differenze in metri tra acquisizioni servizio NetGEO e servizio SmartNET

2.3 **Metodologia di rilevamento dei Punti Fiduciali** (PF)



Fig. 2 Punto Fiduciale 06/0410/A944 alias PF 4106 e relativi fuori centro

Sui chiodi fuoricentro abbiamo messo in stazione una Total Station e misurato angoli e distanze sia sullo spigolo di edificio adottato come PF, sia sul corrispondente fuoricentro. Abbiamo collimato lo spigolo a due altezze differenti: quella classica a circa un metro dal piano di campagna (in giallo nella fig. 2); quella di seconda acquisizione a circa un metro sotto il tetto (in rosso nella fig. 2). Il numero ridondante di misure ci ha consentito di eseguire una compensazione in blocco.

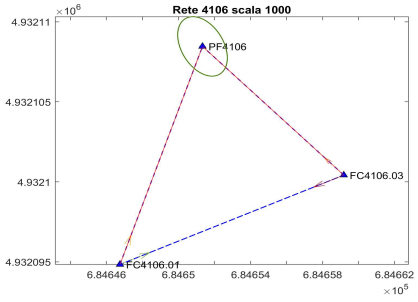


Fig. 3 Intersezione semplice

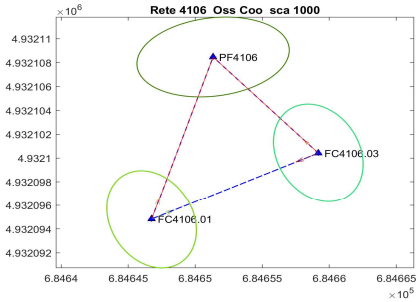


Fig. 4 Intersezione ridondante

In figura 3 lo schema di calcolo tradizionale di intersezione semplice; nella nostra metodologia, di misure ridondanti a quote diverse dello spigolo di fabbricato, abbiamo ridotto le misure alle distanze planimetriche e scelto un programma di compensazione in blocco (v. fig. 4); ciò ci ha permesso di considerare, oltre alla indeterminazione associata alle misure (angoli e distanze), anche quella associata alle posizioni dei tre vertici del triangolo (i due fuori centro e lo spigolo di fabbricato).

2.4 Primo confronto tra le distanze misurate e quelle nel repertorio TAF

Un primo confronto è stato realizzato tra le distanze misurate sul terreno dai professionisti (dati inclusi nelle pratiche di aggiornamento con procedure PreGeo e pubblicati nella TAF - Tabella Attuale dei punti Fiduciali) e le distanze da noi calcolate nel test. Questo primo confronto ha fornito discrepanze minime (v. tab. 2). Quindi abbiamo valutato che i dati dimensionali in TAF risultano congruenti con quelli misurati nel nostro test.

Distanze tra i PF (m)	4003-4107	4003-4109	4106-4109	4107-4109	4107-4110	4109-4110
Dist. calcolate nel test	556,26	953,77	150,07	409,92	589,82	554,66
Media dist. in TAF	556,29	953,76	150,06	409,91	589,99	554,66
Diff. tra calcolate e TAF	-0,03	0,01	0,01	0,01	-0,17	0,00

Tab. 2 Differenze in metri tra le distanze calcolate e quelle in TAF

2.5 Secondo confronto tra ETRF2000 misurate e quelle in monografia catastale

Il secondo confronto è stato realizzato tra le coordinate satellitari misurate e le coordinate catastali Gauss-Boaga nelle monografie catastali trasformate in ETRF2000 con le procedure IGM (Verto on line). Questo secondo confronto indica che le differenze sono piccole ma non trascurabili; riteniamo quindi che sarebbe opportuno utilizzare le coordinate satellitari dei PF per adattare, senza modificare i dati geometrici relativi, la cartografia alle nuove coordinate misurate. Abbiamo chiamato questa nuova versione “copia conforme rigenerata” della carta catastale.

Punto Fiduciale	4003	4106	4107	4109	4110
Differenze in X (m)	- 0,66	- 0,23	- 1,77	- 0,78	- 1,13
Differenze in Y (m)	- 1,02	0,55	2,42	0,13	1,49

Tab. 3 Differenze tra le coordinate misurate e quelle in monografia

3 Conclusioni:

- Le coordinate dei Punti Fiduciali ottenute nella nostra sperimentazione risultano affidabili perché derivanti da uno specifico protocollo di misure ridondanti e di calcolo messo a punto e sperimentato nel test. Inoltre le distanze tra i PF qui illustrate e quelle

precedenti dei professionisti presenti nel repertorio TAF mostrano discrepanze di pochi centimetri (v. 2.4). Ciò significa una conferma locale dei dati cartografici catastali. Invece il confronto tra le coordinate ETRF2000 attuali nelle monografie dei PF e quelle da noi calcolate presentano discrepanze di pochi metri, piccole ma non trascurabili. La causa di ciò deriva dal fatto che quelle attuali derivano (v. 1.2) da punti in doppie coordinate (Gauss-Boaga e ETRF2000) distanti mediamente venti chilometri mentre quelle quelle da noi calcolate distano poche centinaia di metri.

- Sarebbe quindi opportuno, anche solo localmente per aree corrispondenti a insiemi di fogli analogici, riadattare la cartografia catastale alle coordinate ETRF2000 derivati da questa ulteriore valorizzazione del progetto TAF 2.0; ciò ne migliorerebbe notevolmente la corrispondenza con i dati telerilevati attuali e quelli ancora più accurati previsti nel medio periodo (v. 1.1). Abbiamo denominato questa opportunità "rigenerazione" della cartografia catastale. La sua realizzazione agevolerebbe notevolmente la gestione delle trasformazioni territoriali in ambienti BIM e GIS.

- Il metodo di misura illustrato nel test (v. 2.2 e 2.3) prevede misure ridondanti e una loro accurata elaborazione finalizzata a garantire la qualità delle nuove coordinate ETRF2000; metodo facilmente utilizzabile dai tecnici topografi ma con tempi di stazionamento leggermente più lunghi e con la necessità di utilizzare due servizi di posizionamento satellitare. Riteniamo che la durata maggiore delle acquisizioni non incrementi in modo rilevante i tempi generali condizionati soprattutto dai trasferimenti e dalla scelta e per la materializzazione con i chiodi dei fuori centro. Inoltre nella maggior parte del territorio italiano sono presenti anche Servizi di posizionamento delle Regioni gratuiti (R. Abruzzo, R. Campania, R. R. Friuli Venezia Giulia, R. Emilia-Romagna, R. Lazio, R. Liguria, R. Lombardia, R. Piemonte, R. Valle d'Aosta, R. Veneto, P. Bolzano, P. Trento, R. Puglia, R. Umbria). La metodologia di elaborazione dei dati misurati con la Total Station (v. 2.3) non è usuale ma prossimamente verrà pubblicata.

- Riteniamo che gli Enti Locali interessati alla "rigenerazione" della cartografia catastale possano realizzare, a costi contenuti, convenzioni con i tecnici topografi per fornire, nell'ambito del progetto TAF 2.0, all'Amministrazione catastale coordinate satellitari dei PF rilevate e calcolate secondo la procedura descritta in questa nota.

Citazioni

[1] Lucchese V:et alii: Rivista Territorio dell'Agenzia delle Entrate 2023 – pag. 65

[2] Agenzia Spaziale Italiana (ASI) - Programma di telerilevamento IRIDE 2026

[3] Circolare 2 del 26 febbraio 1988, – Min. Finanze - Catasto e Servizi Tecnici Erariali. "Nuove procedure per il trattamento automatizzato degli aggiornamenti cartografici. Disposizioni per la gestione degli atti geometrici di aggiornamento"

[4[DPCM “Adozione del Sistema di riferimento geodetico nazionale” – 10 /11/2011

[5] Galardini A. 2024 – Agenzia Entrate: “Evoluzioni dei servizi di consultazione ed aggiornamento del Catasto Terreni e della Cartografia” Salerno 2024

Riferimenti bibliografici

1 Barbarella M, Gandolfi S. et alii “Rilievo di Punti Fiduciali catastali con tecnica RTK” Rimini, Atti ASITA 2002

2 Barbarella M, Gandolfi S. et alii “Caratteristiche delle stazioni GNSS permanenti italiane” Lecco, Atti ASITA 2015 - http://atti.asita.it/ASITA2015/index.html

3 Brioli R., Gavaruzzi R. et alii “Analisi automatica di dati cartografici catastali ai fini della individuazione di discontinuità areali e della loro genesi” – Aquila, Atti ASITA 2008 - http://atti.asita.it/Asita2008/Autori/980.html

4 Ferrante F., Poma D.: “Metadatazione della Georeferenziazione delle mappe catastali nei sistemi di riferimento nazionali” – Roma, Rivista del Territorio 2024

5 Gavaruzzi R, Mazzotta D.: “Trasformazioni di coordinate catastali in coordinate WGS84 nel contesto del progetto SIGMATER” – Catania, Atti ASITA 2005

6 Gavaruzzi R.: "Servizi di posizionamento e potenzialità degli atti di aggiornamento cartografico in coordinate assolute ETRF2000" – Bologna, Università di Bologna 2013 - https://amsdottorato.unibo.it/id/eprint/5864/

7 Gavaruzzi R., Olivucci S., Gandolfi S.: “Prove preliminari di “riposizionamento” del Data Base Topografico di Regione Emilia-Romagna” – Verona, atti ASITA 2018 - http://atti.asita.it/ASITA2018/Pdf/028.pdf

8 Maseroli R.: Geometrie della terra – MicroGeo, Giannini 2022