

La valorizzazione delle mappe originali di impianto del catasto per la ricostruzione delle congruenze topologiche tra fogli adiacenti

Gabriele Garnero (*), Flavio C. Ferrante (**)

(*) UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO - DEIAFA – V. Leonardo da Vinci, 44 – 10095 Grugliasco (TO)
Tel 011 670 5518, Fax 011 670 5516 – E-mail gabriele.garnero@unito.it

(**) AGENZIA DEL TERRITORIO – Largo Leopardi, 5 – 00100 ROMA
Tel 06 4777 5596, Fax 06 4777 5337 – E-mail flavio.ferrante@agenziaterritorio.it

Riassunto

Le circolari dell'Agenzia del Territorio n. 80474 e 80475 del 10/11/2006 hanno innescato in varie regioni d'Italia, tra le quali il Piemonte, servizi per la rasterizzazione delle mappe Originali di Impianto (OI) del Catasto.

Oltre alle ricadute relative alla miglior conservazione di questi insostituibili ed unici documenti, la disponibilità in formato digitale di tali mappe consente di ipotizzarne l'utilizzo ai fini del recupero delle incongruenze che il processo di digitalizzazione ha comportato.

Il presente studio mira a mettere a punto le modalità di ricostruzione delle congruenze topologiche tra i vari fogli catastali, per la costruzione di quel *continuum* territoriale fondamentalmente necessario nell'uso delle informazioni catastali all'interno dei sistemi informativi geografici, in relazione con i DB Topografici modernamente intesi.

Abstract

80474th and 80475th Cadastral circulars (10/11/2006) triggered, in different regions of Italy, including Piedmont, activities aimed to the rasterization of the original Cadastral maps.

In addition to the impacts on improved conservation of these irreplaceable documents, the accessibility of such information allows to hypothesize their employment in the recovery of the inconsistencies due to the digitization process.

Our study aims to develop a procedure for the reconstruction of topological congruences between different Cadastral sheets and the construction of their spatial continuum, fundamentally necessary in the use of cadastral information in geographic information systems, in connection with Topographical DB as actually defined.

Contesto di riferimento

L'evoluzione del concetto di sistema informativo territoriale operata, in ambito nazionale, dal *Progetto IntesaGIS* e, in ambito europeo, dal *Progetto INSPIRE*, ha portato a definire un rinnovato contesto nel quale deve essere inserita l'informazione catastale, anche in relazione all'articolo 59 del D.L. 7 marzo 2005, n. 82, comma 7-bis, che ha inserito i dati catastali tra quelli di interesse nazionale.

Oggi anche per tale livello informativo devono trovare applicazione gli assiomi fondamentali che sono tenuti a governare i processi di acquisizione e gestione dell'informazione geografica, nel principio della Sussidiarietà tra Pubbliche Amministrazioni.

Sempre in applicazione di tali direttive, deve essere possibile combinare dati provenienti da fonti diverse e condividerli tra più utenti e applicazioni, che devono poter gestire informazioni raccolte a differenti livelli.

Nello specifico, da parte di tutti gli Enti territoriali e particolarmente da parte dei Comuni, con sempre maggior evidenza emerge la necessità di disporre di un supporto cartografico contenente i tematismi catastali, organizzato in modo da comporre un *continuum* territoriale su area comunale e su area vasta, consistente con i sempre più diffusi *data base* topografici a grande scala: le tematiche definite genericamente “catastali” non possono rimanere avulse dai procedimenti di gestione dei DB territoriali, ma, pur nella diversità delle caratteristiche e delle finalità, devono costituire un *layer* integrato con tutte le componenti tematiche del DB, in modo da poter trarre sinergie sia nei processi di aggiornamento che di gestione.

La tematica diventa oggi proponibile a livello nazionale in quanto, se da un lato è sempre esistita una rappresentazione catastale che, seppur con varie e non secondarie differenze a livello locale, trae origine da criteri e prassi di aggiornamento unitarie, dal punto di vista delle rappresentazioni topografiche solo le recenti specifiche, emanate nell’ambito dell’Intesa, consentono di individuare un riferimento unitario anche per i DB topografici, permettendo quindi una forma di dialogo standardizzato tra le due categorie di rappresentazioni.

Pertanto, l’Agenzia del Territorio, in forza del citato D.L. 82/2005, è tenuta a rendere accessibile gratuitamente la cartografia catastale attraverso il sistema di interscambio.

Il completamento dell’integrazione tra le differenti fonti informative può avvenire unicamente attivando una serie di attività che prevedano le seguenti operazioni:

- il recupero delle distorsioni introdotte nella fase vettorizzazione dei copioni di visura, da eseguirsi attraverso la valorizzazione delle mappe Originali di Impianto;
- la creazione della topologia, prima all’interno di ciascun foglio di mappa e successivamente all’interno del perimetro comunale;
- la costruzione della congruenza tra l’archivio censuario del Catasto dei Terreni con la cartografia, in modo da realizzare il collegamento per la georeferenziazione dei fabbricati e delle Unità Immobiliari Urbane, abilitando così nuove soluzioni quali, ad esempio, quella riguardante la possibilità di eseguire analisi spaziali sugli immobili urbani, oppure quelli tesi all’erogazione di nuovi e più qualificati servizi per cittadini, professionisti, imprese ed Enti;
- la trasformazione della cartografia catastale, caratterizzata da una molteplicità di piccoli sistemi di coordinate, in sistemi di coordinate nazionali o globali;

Il problema della costruzione delle congruenze topologiche tra fogli di mappa

Il semplice caricamento delle informazioni vettoriali in ambiente grafico, relative ad un intero comune catastale evidenzia una serie di problematiche che debbono essere classificate e risolte per portare le informazioni catastali nel sistema cartografico dei moderni DB Topografici.

Lo scopo della presente memoria è unicamente volto ad analizzare le problematiche connesse con la ricostruzione delle congruenze topologiche tra fogli adiacenti.

Non vengono in questo contesto analizzati gli aspetti volti alla trasformazione delle coordinate catastali nelle corrispondenti coordinate cartografiche dei DB, che sono già stati oggetto di precedenti sperimentazioni e memorie anche da parte degli scriventi.

Al momento della formazione delle mappe Originali di Impianto, l’amministrazione del Catasto aveva ben chiaro il problema di rappresentare con continuità il territorio, per porzioni almeno coincidenti con i limiti comunali.

Considerato però che per il taglio dei fogli l’amministrazione del Catasto ha scelto quello a “perimetro chiuso”, il confine di ciascun foglio è stato riportato, all’interno delle precisioni che il graficismo consentiva, almeno per quelli rappresentati alla stessa scala, anche sui fogli limitrofi. Essi nascevano quindi congruenti dal punto di vista geometrico, ma le successive operazioni di ridisegno e, in ultimo, le digitalizzazioni, hanno portato ad un progressivo degrado della congruenza geometrica tra fogli adiacenti: si evidenzia inoltre che le specifiche tecniche per la digitalizzazione

dei fogli catastali non hanno affrontato le problematiche della ricostruzione della contiguità tra fogli adiacenti, lasciando quindi alle attuali fasi operative la soluzione di questo non semplice aspetto.

La proposta tecnica prevede la valorizzazione delle mappe Originali di Impianto catastali.

Gli OI sono documenti ovviamente unici e spesso vengono utilizzati quale base geometrica probante nell'azione di regolamento dei confini tra fondi adiacenti; essendo conservati su supporto cartaceo, sono quindi soggetti a tutti i problemi dei documenti cartacei: unicità del punto di consultazione, possibilità di furti o smarrimenti, deterioramenti conseguenti a incendi o inondazioni, semplice degrado del supporto dovuto al trascorrere del tempo.

L'occasione della rasterizzazione consente, oltre ad attivare processi per la loro fruizione all'interno di contesti applicativi, di salvaguardare dal degrado del tempo questi documenti, permettendone la loro immediata consultazione anche a distanza mediante Internet.

In estrema sintesi, il procedimento proposto può così riassumersi:

- georeferenziazione degli OI nel sistema di riferimento catastale originario;
- calibrazione di ciascun foglio vettoriale sul corrispondente file raster dell'OI, attraverso l'algoritmo che verrà descritto in seguito;
- confronto dei "bordi foglio", per coppie di fogli adiacenti, e creazione, ove sussistano le condizioni, dei nuovi "bordi foglio" e segnalazione di quelli non risolti;
- ricalibrazione dell'intero foglio vettoriale in formato CXF per adeguarlo al nuovo limite foglio;
- intervento interattivo, parte eseguito con l'ausilio degli OI e parte con l'ausilio delle ortofotografie ad alta risoluzione.

Chiaramente le operazioni di calibrazione devono essere attivate solo nel caso in cui le trasformazioni prevedano deformazioni dell'ordine dell'errore di graficismo della singola mappa, in relazione alla scala.

Dovranno essere precedentemente corrette le varie situazioni che possono determinare una grossolana georeferenziazione dello stesso OI, quali ad esempio un errato riporto delle coordinate del reticolo di riferimento, una errata rappresentazione del "bordo foglio" dovuta ad una cattiva interpretazione degli inviti dei fogli adiacenti nella fase di digitalizzazione, ecc..

Eventuali errori residui, non riconducibili a quantità compatibili con l'errore di graficismo, non potranno che essere risolte in maniera interattiva, utilizzando la base delle ortofotografie, ove disponibili, ovvero opportuni rilievi *ad hoc*.

L'algoritmo *Thin plate spline*

Per le operazioni di calibrazione, si ritiene opportuno introdurre un algoritmo noto in letteratura internazionale come *Thin plate spline* (*spline di piastra sottile*).

Una *Thin plate spline* è una funzione che interpola una superficie vincolata a passare da un insieme di punti P_i ad una specificata altezza h_i .

Se immaginiamo questa superficie come una superficie metallica sottile, allora questa superficie assumerà la conformazione alla quale è vincolata minimizzando la quantità:

$$\iint_{R^2} \left(\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \right)^2 dx dy$$

Questa quantità è chiamata energia di deformazione della piastra sottile.

Invece di assumere f come corrispondente allo spostamento ortogonale al piano dell'immagine, possiamo assumere uno spostamento sul piano dell'immagine utilizzando due funzioni separate f_x e f_y che descrivono lo spostamento nelle direzioni x e y .

Giungiamo così alla definizione di una funzione F che mappa ciascun punto nell'immagine in un nuovo punto del piano trasformato:

$$(x, y) \rightarrow (f_x(x, y), f_y(x, y)).$$

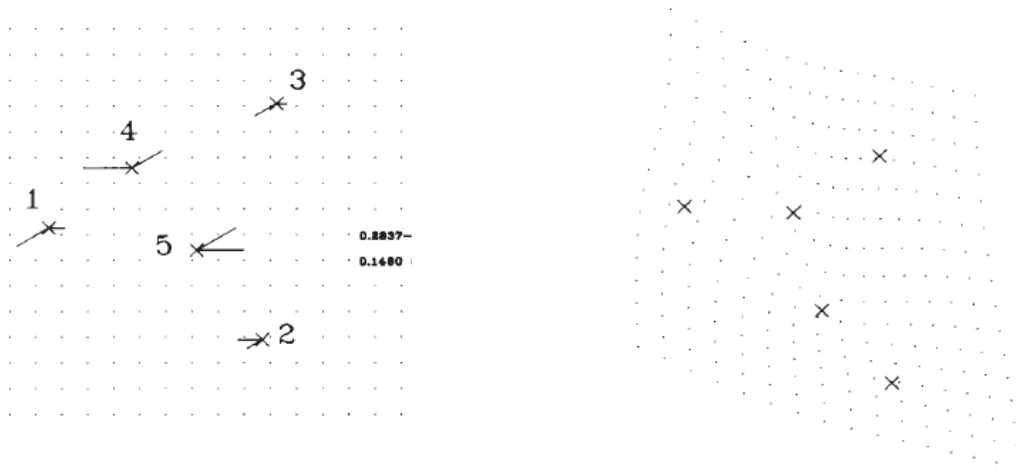


Figura 1 – Applicazione dell'algoritmo del Thin plate spline su una griglia regolare

Un'interpolazione a piastra sottile può essere scritta come:

$$f(x, y) = a_0 + a_x x + a_y y + \sum_{i=1}^n \omega_i U(|(x, y) - P_i|)$$

dove $U(r) = r^2 \log(r^2)$ è chiamata *soluzione dell'equazione bi-armonica* ($\Delta^2 U = 0$) tale da soddisfare le condizioni di minimizzazione dell'energia di deformazione.

La sperimentazione

Per la sperimentazione sono stati resi disponibili i files raster degli OI del territorio del Comune di Carignano (TO) con mappe alla scala 1:1500, così come acquisiti dal *CSI Piemonte* nell'ambito della collaborazione tra Agenzia del Territorio e Regione Piemonte per l'acquisizione dei supporti dell'intero territorio regionale piemontese.

Per la scansione è stato utilizzato uno scanner piano modello *ScannTECH 600i* in formato A0.

L'operazione di georeferenziazione dei files raster degli OI è stata eseguita con *Descartes*, applicativo di *Microstation V8 GeoGraphics*, adottando la seguente procedura:

- per ogni foglio sono stati individuati 9 punti secondo questo ordine:
 - 4 crocicchi sugli spigoli;
 - 4 crocicchi sulle mediane (se non perfettamente centrali, sono stati acquisiti i più prossimi, sfalsati tra i due lati);
 - il crocicchio centrale (o quello più centrale);
- è stata attivata, in ambito *Microstation*, la tipologia affine secondo il seguente comando: *Model Selected* → (3 pts or +) *Affine* – 1 (*Move, Rotate, Scale, Skew*);
- per ogni foglio sono stati salvati 2 files, uno ricampionato ed uno senza la ricampionatura, a 300 dpi e con la compressione *JPEG Minimum Loss*.

Le considerazioni risultanti si possono così sinteticamente indicare:

- & nel caso dei fogli esaminati, non sono risultati presenti errori grossolani di georeferenziazione;
- & i residui sui punti di controllo a valle delle operazioni di georeferenziazione del file raster sono risultati dell'ordine di 0.30 m, evidenziando quindi un buon grado di conservazione del supporto;
- & i limiti foglio acquisiti digitalizzando gli OI presentano tra loro scarti dell'ordine di 0.60 m su circa il 60% dei perimetri tra i fogli limitrofi, con massimi dell'ordine di 1.20 m, senza evidenti disuniformità nelle differenti zone del Comune (concentrico, periferia).
Si segnala che tale condizione garantisce che in questi fogli non si sono verificati errori di interpretazione negli inviti dei fogli adiacenti riportati sugli OI da parte dei disegnatori;
- & i limiti foglio ottenuti dalla digitalizzazione degli OI presentano uno scostamento medio dalla corrispondente entità attualmente memorizzata nel file CXF dell'ordine di 0.70 m con massimi dell'ordine di 1.20 m, segnale evidente della sostanziale correttezza dei processi di conservazione delle mappe nella loro interezza, ma anche della significatività del lavoro relativo alla valorizzazione delle scansioni degli OI in termini di recupero della precisione originaria e della acquisizione in formato vettoriale del supporto cartaceo;
- & l'algoritmo del *Thin plate spline* si presenta idoneo per le applicazioni.

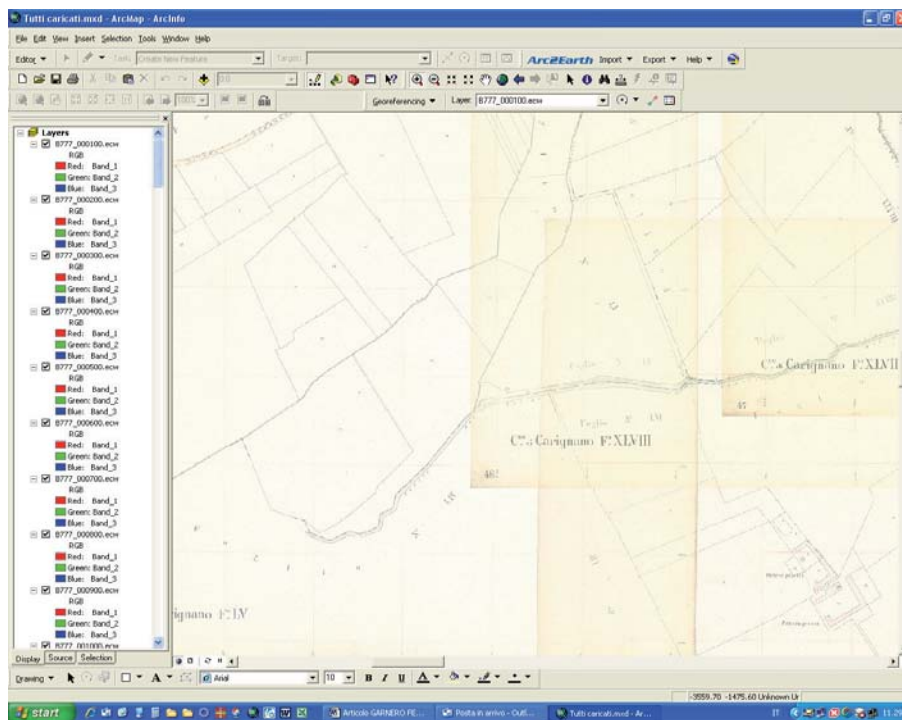


Figura 2 – sovrapposizione con trasparenze delle mappe OI

I risultati di questa prima sperimentazione sono comunque da considerarsi estremamente parziali: l'analisi è per ora stata estesa unicamente ad un campione di una quindicina di fogli di un unico Comune, mentre per poter valutare l'effettiva validità e applicabilità delle soluzioni proposte dovranno essere esplorate altre situazioni relative a differenti situazioni cartografiche, alle diverse

scale di rappresentazione, alle varie metodologie di rilievo utilizzate per la formazione della mappa (recupero di catasti preunitari, rilievo a terra, rilievo aerofotogrammetrico, ...), diverse metodologie e supporti utilizzati per la digitalizzazione delle mappe, diverse metodologie di taglio fogli (a perimetro aperto o a perimetro chiuso), ben sapendo che soluzioni particolari dovranno essere ricercate per una molteplicità di situazioni al momento non prevedibili.

Per le mappe per le quali non sarà possibile utilizzare la posizione media dei "bordi foglio" tra mappe limitrofe, si procederà in modalità interattiva, attingendo le informazioni dalle stesse mappe di impianto e in secondo ordine dalle ortofoto ad alta risoluzione.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano:

- l'Ing. Franco MAGGIO, Direttore Centrale della settore *Cartografia, Catasto e Pubblicità Immobiliare*, per aver reso disponibili per la sperimentazione i files CXF del Comune di Carignano;
- l'Arch. Luigi GARRETTI, Responsabile del Settore *Cartografia e Sistema Informativo Territoriale* della Regione Piemonte, per aver fornito le corrispondenti scansioni degli OI;
- il Dott. For. Danilo GODONE e il Geom. Marco ANIBALDI dell'Università di Torino per l'effettuazione delle misure.

Bibliografia

DI FILIPPO, S.; FERRANTE, F.; GARNERO, G.; GNESIVO, P. R., RAO, S: *Unificazione dei sistemi d'asse catastali di piccola estensione. La produzione pilota del Piemonte orientale*, Atti della IX Conferenza Nazionale ASITA, Catania, novembre 2005

FERRANTE, F.: *Il nuovo sistema di aggiornamento del Catasto dei Terreni*, Rivista dell'Agenzia del Territorio, n. 2/2009

AA. VV., *Congruenza DB geografici con DB catastale - prospettive e ipotesi programmatiche*, documento di sintesi dell'Area 5 dell'*IntesaGIS*.