

*Flavio Celestino
Ferrante
**Gabriele Garnero

Tecnologie e dati spaziali per una moderna *governance* del territorio. Strumenti a supporto della riforma del Catasto

Parole chiave: Riforma del Catasto, Cartografia Catastale, Valori Immobiliari.

Abstract L'articolo illustra le metodologie e le attività del settore cartografico a supporto dell'importante processo di rinnovamento dell'intero sistema catastale.

Vengono descritte le moderne tecnologie ed i dati spaziali oggi disponibili che possono essere di ausilio nell'impostazione delle complesse problematiche di riforma del sistema estimativo catastale e, più in generale, nei processi per la lotta all'evasione fiscale nel settore immobiliare.

PREMESSA

La recente introduzione dell'IMU (Imposta Municipale sugli Immobili) ha portato nuovamente alla ribalta l'annosa questione della sperequazione esistente negli estimi del Catasto, recentemente evidenziata dal Direttore dell'Agenzia del Territorio, nell'audizione alla Camera dei Deputati, VI Commissione Finanze, del 13 settembre 2012; sta diventando, quindi, sempre più consistente l'ipotesi di una radicale riforma del sistema estimativo catastale.

Nell'ambito dell'attuale dibattito in corso sull'argomento, si riportano di seguito i principi e criteri direttivi sui quali si ipotizza di basare la revisione del sistema estimativo catastale, che rilevano ai fini di questo contributo:

- uso di funzioni statistiche che esprimano la relazione tra il valore di mercato, la localizzazione e le caratteristiche posizionali ed edilizie dei beni per ciascuna destinazione catastale e per ciascun ambito territoriale;
- utilizzo del metro quadrato come unità di consistenza delle unità immobiliari urbane.

Come si può osservare dai principi e criteri operativi sopra riportati, i dati relativi alla geolocalizzazione degli immobili in relazione al contesto urbano e alle caratteristiche edilizie dei fabbricati giocano un ruolo fondamentale nel processo revisionale, sia per la determinazione corretta degli estimi sia per i tempi e le risorse necessarie per la loro acquisizione.

Per affrontare con efficacia queste sfide, occorre una conoscenza puntuale, completa e qualificata del patrimonio immobiliare italiano.

Pare però opportuno evidenziare, già in premessa, come indipendentemente dalla piattaforma tecnologica che verrà illustrata più avanti, l'efficacia dei risultati dipenderà fortemente dalla qualità dei dati (completezza, coerenza, correttezza, aggiornamento, accuratezza posizionale, ecc.) e soprattutto dal loro grado di correlazione nei diversi archivi del Catasto.

Questa memoria vuole offrire un contributo alla documentazione e alla comprensione dei dati georiferiti

*Responsabile Area Servizi Cartografici - Agenzia delle Entrate (flavio.ferrante@agenziaentrate.it)

**DIST - Università degli Studi e Politecnico di Torino (gabriele.garnero@unito.it)

riguardanti il patrimonio immobiliare in Italia e dei relativi strumenti di elaborazione e di analisi, sia in relazione all'ipotesi di riforma del sistema estimativo catastale e più in generale alla lotta all'evasione fiscale sul patrimonio immobiliare, sia in relazione alle attività ordinarie istituzionali dell'Agenzia del Territorio, recentemente accorpata all'Agenzia delle Entrate.

Nella prima parte dell'articolo verranno illustrati i dati e le tecnologie propri dell'Agenzia e successivamente i dati e le tecnologie esterne al proprio dominio, ma strettamente correlati ed interoperabili con i primi.

DATI E TECNOLOGIE PROPRI DELL'AGENZIA DEL TERRITORIO

L'Agenzia del Territorio, si presenta oggi come una realtà complessa e dinamica, caratterizzata dal massivo utilizzo di tecnologie all'avanguardia che le consentono di colloquiare a distanza con i propri utenti attraverso piattaforme *web*.

Elevato è il grado di informatizzazione raggiunto nell'aggiornamento dei dati, ma soprattutto nella scelta e nello sviluppo di soluzioni tecnologiche innovative che permettono l'aggiornamento in tempo reale degli archivi cartografici, catastali e di Pubblicità Immobiliare, nel rispetto della totale trasparenza dei procedimenti amministrativi.

L'Agenzia del Territorio, forte delle sue radici e consapevole della necessità di un proprio costante aggiornamento, mette oggi al servizio del Paese le proprie informazioni, le competenze, le conoscenze e i saperi per l'attuazione di una moderna *governance* del territorio.

Al fine di sviluppare importanti ed essenziali sinergie con le altre Pubbliche Amministrazioni ed Enti, l'Agenzia interpreta la propria missione assumendo il ruolo di mediatore inter-istituzionale, al fine di agevolare la circolazione delle informazioni, la loro condivisione e lo sviluppo di soluzioni tecnologiche innovative (Garnerò, Cogoni, 2012; Ferrante, 2009).

Il vero punto di forza dell'organizzazione è costituito dal patrimonio di conoscenze e di dati relativi agli immobili italiani, ereditato dalle precedenti Amministrazioni statali: Catasto, Servizi Tecnici Erariali e Conservatorie dei Registri Immobiliari, unitamente ad uno straordinario patrimonio di professionalità dei propri dipendenti.

Il patrimonio informativo gestito dall'Agenzia è articolato su tre sistemi:

- il Sistema informativo catastale, con oltre 82 milioni di particelle del Catasto terreni e 63 milioni di unità immobiliari del Catasto fabbricati, descritte nelle loro caratteristiche tecniche e censuarie e arricchite dalle planimetrie delle singole unità immobiliari, prerogativa unica nel panorama dei catasti europei;
- il Sistema informativo della Pubblicità Immobiliare, con oltre 45 milioni di note meccanizzate e 40 milioni di note in formato digitale, per l'individuazione dei titolari dei diritti reali sugli immobili;
- il Sistema informativo dell'Osservatorio del Mercato Immobiliare, con oltre 340.000 schede di rilevazione delle caratteristiche dei fabbricati di 1.280 Comuni e oltre 180.000 valori immobiliari relativi a 31.000 zone di osservazione per 17 tipologie edilizie, nella quasi totalità dei Comuni italiani.

Grazie all'investimento di notevoli risorse, l'Agenzia è attualmente impegnata nella realizzazione di un'evoluta e innovativa modalità di consultazione e di fruizione del proprio patrimonio conoscitivo attraverso un'infrastruttura denominata Anagrafe Immobiliare Integrata, rivolta a tutte le Amministrazioni, Enti, professionisti e cittadini che si occupano del governo del territorio; prevista dall'art. 19 del D.L. 31 maggio 2010, n. 78, è il frutto dell'integrazione dei tre sistemi informativi appena descritti. L'Anagrafe Immobiliare Integrata è un'infrastruttura tecnologico-organizzativa, su base geografica, realizzata con tecnologia *Web-Gis*, capace di correlare la cartografia catastale, il Catasto (archivi censuari dei terreni, dei fabbricati e delle planimetrie) e gli archivi della Conservatoria dei Registri Immobiliari e dell'Osservatorio del Mercato Immobiliare.

Attraverso un'interfaccia cartografica evoluta e di facile utilizzo, ottenuta dall'integrazione della carto-

grafia catastale con ortofoto ad alta definizione e grafi stradali, consentirà ai cittadini, ai professionisti, alle Pubbliche Amministrazioni e agli Enti di navigare, via internet, sull'intero territorio nazionale e di eseguire, con estrema semplicità, la "visura ipo-catastale", che integra i dati della mappa, del Catasto dei terreni e dei fabbricati (oggetti) con quelli della Conservatoria dei Registri immobiliari (soggetti).

Il patrimonio cartografico del catasto

Dopo questa panoramica generale, focalizziamo ora l'attenzione sul sistema cartografico del Catasto, che costituisce la base per la geolocalizzazione degli immobili in Italia.

Con il termine "geolocalizzazione" intendiamo la capacità del sistema informativo catastale di individuare un immobile, sull'intero territorio nazionale, in modo semplice e univoco, senza ambiguità.

L'Agenzia gestisce per conto dello Stato il sistema informativo degli immobili in Italia, sotto il profilo della individuazione, della descrizione delle caratteristiche tecniche, della valutazione economica e della registrazione dei diritti.

La geolocalizzazione degli immobili è basata sul sistema cartografico catastale.

Il Catasto, a partire dal 1960, in qualità di organo cartografico ufficiale dello Stato, è responsabile della gestione della cartografia catastale e soprattutto del suo continuo e costante aggiornamento. Il sistema cartografico del Catasto risulta oggi completo, e relativamente omogeneo, sull'intero territorio nazionale; è basato su cartografia a grande scala e gestito completamente in formato vettoriale; è collegato agli archivi amministrativo-censuari attraverso un identificativo univoco, per l'intero territorio nazionale, costituito dal numero di particella.

Il sistema è oggi integrato con ortoimmagini digitali ad alta risoluzione e con i grafi stradali, ma il vero punto di forza è costituito dal suo sistema di aggiornamento.

Il Sistema di aggiornamento cartografico e censuario del catasto

Il legame indissolubile tra la componente tecnica e giuridica della mappa con la componente amministrativo-censuaria, rappresentato dall'identificativo catastale (numero della particella), deve essere mantenuto costantemente aggiornato ed allineato in entrambi gli archivi durante tutti i processi di conservazione, al fine di rendere efficace l'informazione catastale in tutti i procedimenti fiscali, civili e di governo del territorio.

L'aggiornamento dei dati in archivi separati ed il mantenimento della loro congruenza nel tempo, anche in relazione alla ingente quantità di atti che vengono presentati annualmente presso gli Uffici, ha sempre rappresentato per il Catasto, una sfida e un obiettivo da perseguire a tutti i costi.

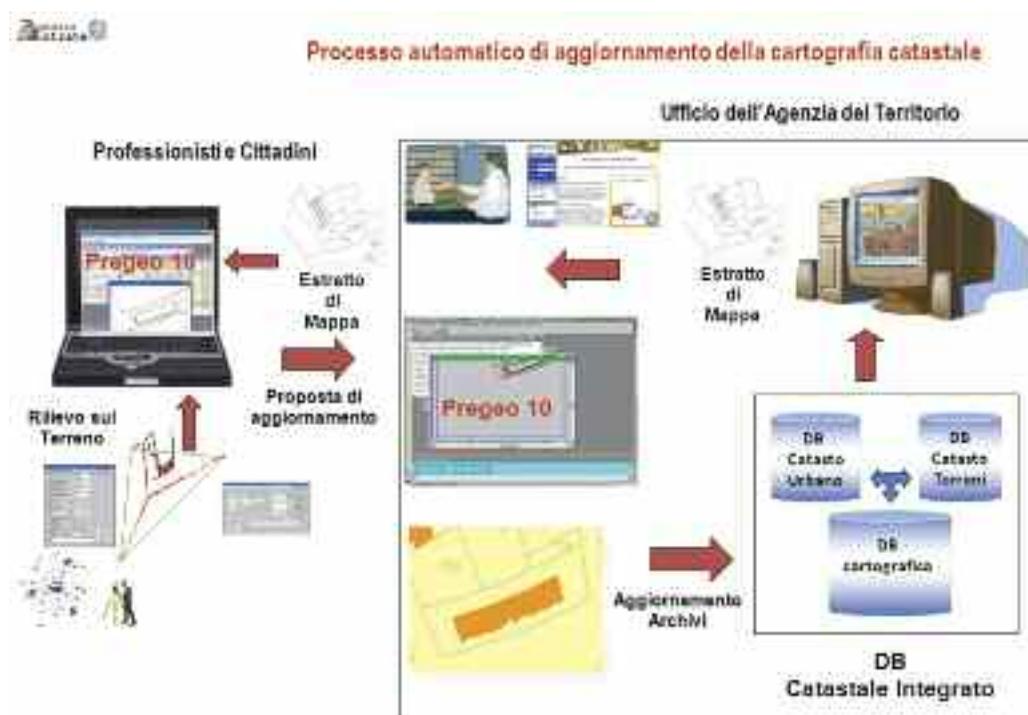
Nel più generale quadro d'interscambio di informazioni con gli altri Enti territoriali, in cui le Banche Dati catastali assumono e si caricano di grandi potenzialità di utilizzo per rispondere alle esigenze di conoscenza territoriale, risulta di fondamentale importanza il puntuale e tempestivo aggiornamento degli archivi con procedure automatizzate e standardizzate, che assicurino la costante attualizzazione e sincronizzazione delle informazioni contenute nei diversi archivi catastali.

Per far fronte alla mole degli oltre 600.000 atti di aggiornamento che vengono presentati annualmente presso gli Uffici provinciali del Catasto e che movimentano mediamente 1.500.000 particelle, al fine di eliminare qualunque possibile soggettività nell'esame tecnico degli atti, il sistema di aggiornamento della cartografia e dell'archivio censuario del Catasto dei Terreni è stato totalmente automatizzato con la nuova procedura informatica denominata "Pregeo10":

- nel nuovo sistema, l'aggiornamento degli archivi catastali ha inizio con la richiesta, per via telematica, dell'estratto della mappa e dei corrispondenti dati censuari da parte del professionista;
- l'Ufficio provinciale, eseguite le opportune verifiche sulla Banca Dati, trasmette al professionista, ordinariamente entro un giorno e comunque non oltre due giorni, ancora per via telematica, l'estratto della mappa comprensivo di tutti i dati utili alla predisposizione dell'atto di aggiornamento;

- sulla base della documentazione ricevuta e del rilievo eseguito sul terreno, il professionista predispose l'atto tecnico per l'aggiornamento del catasto, con l'ausilio della procedura informatica Pregeo10;
- a seguito di tutti i controlli formali e sostanziali, la procedura stabilisce, direttamente presso lo studio del professionista, se l'atto di aggiornamento sarà registrato in automatico negli archivi catastali;
- la documentazione predisposta dal professionista viene inviata, ancora telematicamente, all'Ufficio competente;
- presso l'Ufficio, un sistema di gestione e di controllo completamente automatico, basato sulla procedura Pregeo10, verifica la correttezza dell'atto e la congruenza dei dati con quelli presenti negli archivi catastali e provvede, in caso di esito positivo dei controlli, all'aggiornamento automatico della cartografia e dell'archivio censuario del Catasto dei Terreni; in caso contrario trasmette al professionista l'atto di aggiornamento riportando in chiaro i motivi che ne hanno impedito la registrazione negli atti catastali e le correzioni da apportare;
- il processo si conclude con la trasmissione automatica al professionista dell'estratto della mappa e dei dati censuari aggiornati.

Figura 1 Schema logico del processo di aggiornamento automatico con la procedura Pregeo10



Il nuovo sistema di aggiornamento, messo a punto con la partecipazione attiva dei Consigli Nazionali degli Ordini Professionali, è entrato in vigore su tutto il territorio nazionale dal 15 ottobre 2009. Con il raggiungimento di questo importante traguardo, il Catasto ha segnato un'altra importante tappa di efficienza e di civiltà amministrativa.

Il nuovo sistema di aggiornamento basato sulla condivisione di regole e di dati sul web qualifica il Catasto come Amministrazione Pubblica di tipo 2.0.

Il sistema di coordinate e l'interoperabilità della cartografia catastale con altri dati di conoscenza del territorio

Il Catasto italiano, durante i 70 anni della sua formazione (Kraus, 1994), dal 1886 al 1956, per l'inquadramento della propria cartografia ha avuto la necessità di istituire oltre 800 sistemi di coordinate diversi che hanno costituito, fino a poco tempo fa, un notevole ostacolo per la georeferenziazione degli immobili e per l'interoperabilità e l'integrazione automatica del sistema catastale con altri sistemi di conoscenza del territorio quali le orto-immagini, la cartografia tecnica, i *Data Base* Territoriali, gli strumenti urbanistici, i grafi stradali, ecc.

Figura 2 I sistemi di coordinate catastali presenti in Italia



Per unificare i sistemi di coordinate e per trasformare le mappe catastali nel sistema nazionale *Roma 1940* è stato necessario un notevole sforzo di carattere scientifico, organizzativo e tecnologico, che ha impegnato il Catasto negli ultimi 10 anni e che oggi possiamo dire essere avviato alla conclusione (Godone, Garnero 2013; Ferrante, 2009; Chiabrandò, Garnero, Godone, 2008).

La trasformazione della cartografia nel sistema nazionale è già stata realizzata su oltre l'80% del territorio nazionale, con metodo rigoroso, assicurando la precisione di qualche decimetro nel passaggio di coordinate.

Al momento della pubblicazione di quest'articolo sono in corso le attività, svolte in collaborazione con l'Università di Roma La Sapienza, Dipartimento di Idraulica Trasporti e Strade, per la validazione delle soluzioni operate dal Catasto, a garanzia del corretto passaggio dai sistemi di coordinate catastali al sistema *Roma 1940*.

La trasformazione della cartografia del restante 20% del territorio è stata al momento realizzata solo con metodo analogico, assicurando comunque una precisione dell'ordine del metro; attualmente sono in corso le attività per la trasformazione di questa parte residuale di mappe con metodo rigoroso e si prevede il completamento entro la fine dell'anno 2013.

Figura 3 Copertura delle aree nelle quali sono disponibili i parametri per il passaggio rigoroso dal sistema catastale al sistema nazionale



Come previsto dalla Direttiva INSPIRE, tutti gli stati Europei devono rendere disponibili i propri dati geografici nel sistema di riferimento unificato; con il D.P.C.M. 10 Novembre 2011 è stato ufficialmente adottato in Italia il nuovo Sistema Geodetico Nazionale costituito dalla realizzazione ETRF2000 all'epoca 2008.0 del Sistema di Riferimento Europeo ETRS89.

Per realizzare questo ulteriore passaggio, dal sistema nazionale al sistema geodetico europeo, il Catasto ha stretto una collaborazione con l'Istituto Geografico Militare, il quale ha messo a punto le griglie di trasformazione che consentono il passaggio diretto dal sistema nazionale al sistema ETRF2000. Entro la fine di quest'anno (2013) sarà quindi possibile riproiettare la cartografia catastale nel sistema di riferimento WGS84 nel *frame* ETRF2000.

E' appena il caso di evidenziare come la disponibilità della cartografia catastale nel nuovo sistema di riferimento unificato rappresenti un valore aggiunto per tutto il sistema informativo catastale, in quanto garantisce la piena interoperabilità e la automatica integrazione con gli altri dati di conoscenza del territorio, anche con quelli al di fuori del proprio dominio.

Recupero della precisione delle mappe e costruzione delle congruenze topologiche attraverso la valorizzazione delle mappe originali d'impianto

La mappa originale d'impianto rappresenta un patrimonio informativo di inestimabile valore tecnico, giuridico e storico; presente in unico esemplare, questa mappa viene tutt'ora utilizzata quale documento probante nell'azione di regolamento dei confini e, anche solo per questa ragione, andrebbe comunque preservata dalle insidie del tempo.

Questo progetto, già avviato nell'anno 2008, prevede l'acquisizione digitale e la georeferenziazione dei supporti in "cartaforte" sui quali è rappresentata la mappa originale di impianto del catasto.

L'integrazione delle mappe originali di impianto, in formato digitale, nel sistema cartografico del Catasto, in considerazione delle sue elevate caratteristiche tecniche, permetterà di migliorare la qualità delle mappe vettoriali acquisite da supporti più aggiornati ma di minor pregio, e di recuperare gli errori sistematici che il processo di informatizzazione e aggiornamento ha fatalmente introdotto; il processo, parte automatico e parte interattivo, prevede inizialmente la calibrazione della mappa vettoriale su quella originale di impianto. Come già descritto in un precedente studio degli stessi Autori, la creazione automatica della congruenza topologica viene ricreata automaticamente prima all'interno di ciascun foglio di mappa e poi tra mappe adiacenti; infine, attraverso un intervento interattivo, vengono risolte tutte le problematiche che la procedura automatica non ha potuto definire.

E' appena il caso di evidenziare come questa condizione risulti essenziale per realizzare il "mosaico" (*continuum* territoriale) e quindi di rendere applicabili tutte le potenzialità, basate sulla topologia, che la tecnologia GIS mette oggi a disposizione.

Recupero della coerenza tra i dati presenti nelle mappe con i dati presenti nell'archivio censuario del Catasto dei Terreni

Le mappe ed i corrispondenti archivi censuari sono, come già ricordato, tra loro strettamente correlati e devono risultare costantemente aggiornati e congruenti per assolvere a tutte le funzioni fiscali e civili di un catasto moderno, soprattutto se si intendono realizzare progetti complessi e delicati quali, ad esempio, la riforma del sistema estimale.

Durante tutto il primo periodo della conservazione del Catasto e fino alla fine degli anni '80 del secolo scorso, l'aggiornamento della mappa è stato conseguito separatamente dai corrispondenti registri censuari: è stato eseguito dai tecnici catastali, sui rispettivi supporti cartacei, registrando manualmente le variazioni contenute negli atti tecnici. Tale modalità di aggiornamento ha comportato, nel tempo, un inevitabile graduale disallineamento tra i due archivi.

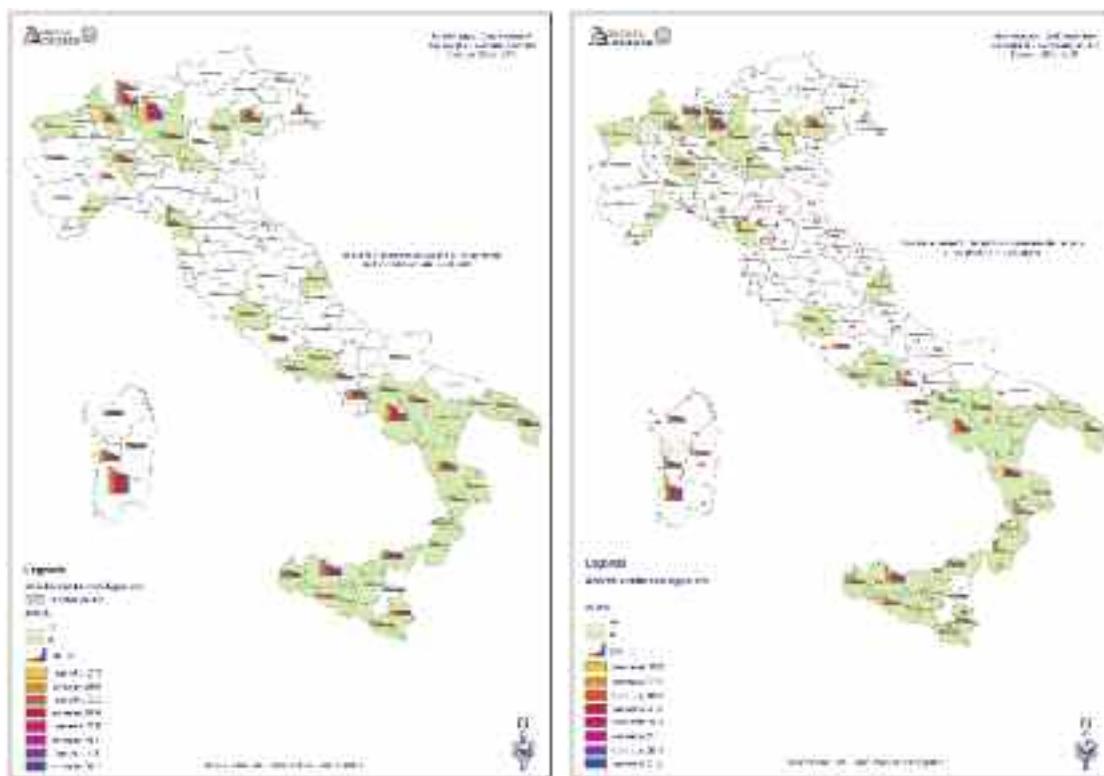
Attualmente, ma già dalla fine degli anni '80, gli archivi cartografici e censuari vengono aggiornati simul-

taneamente con la procedura Pregeo cui si è fatto cenno precedentemente: viene così garantita la completa congruenza degli archivi sui flussi di dati oggetto di aggiornamento. E' quindi necessario provvedere al recupero dei disallineamenti prodotti nel passato, prima delle procedure di tipo automatico. Molti sono stati gli interventi in questa direzione, sia mirati (progetti finalizzati interni, collaborazioni con enti esterni), sia operati in caso d'uso (risoluzione degli eventuali disallineamenti prima del rilascio degli estratti di mappa), volti a risolvere i disallineamenti tra la mappa e l'archivio censuario del Catasto dei Terreni.

Come si può osservare dalle due immagini sotto riportate, i disallineamenti ancora presenti sono concentrati solo su una decina di Uffici.

Sono attualmente in corso attività di sperimentazione per l'adozione di un nuovo modello organizzativo che consentirà la loro risoluzione, senza alcun impatto con le attività ordinarie degli uffici.

Figura 4 Disallineamenti tra archivi cartografici e censuari: particelle presenti in cartografia e non presenti negli archivi censuari del Catasto terreni (a sinistra) e particelle presenti negli archivi censuari del Catasto terreni e non presenti in cartografia (a destra)



Recupero della coerenza tra i dati presenti nelle mappe con i dati presenti nell'archivio censuario del Catasto dei Fabbricati

Il Catasto di Fabbricati, come è noto, è stato istituito alla fine degli anni '30 del secolo scorso, ed è stato, per alcune aree geografiche, basato su una mappa urbana completamente avulsa dalla mappa del Catasto dei Terreni in conservazione: questa condizione ha generato nel tempo una serie di disallineamenti tra i dati cartografici e censuari del Catasto dei Terreni con i dati censuari del Catasto urbano.

Il Catasto, consapevole della necessità di rendere congruenti i due archivi, già da oltre un decennio è impegnato, con notevoli risorse qualificate interne, a realizzare la correlazione tra i dati cartografici e censuari del Catasto terreni con quelli del Catasto urbano; al momento le attività sono ancora in corso. La coerenza dei dati negli archivi catastali getta il ponte per la georeferenziazione, sulla mappa cata-

stale, delle Unità Immobiliari Urbane presenti nell'archivio del Catasto dei Fabbricati. Si creano così le condizioni che consentono di sfruttare appieno le potenzialità dei moderni sistemi GIS. E' appena il caso di evidenziare come l'efficacia delle analisi e, conseguentemente, delle soluzioni, dipendono fortemente dal grado di correlazione tra gli archivi.

DATI E TECNOLOGIE ESTERNI AL DOMINIO DELL'AGENZIA DEL TERRITORIO

Le ortoimmagini prodotte da Agea e l'individuazione dei fabbricati sconosciuti al Catasto

Nell'ambito delle informazioni territoriali disponibili sul territorio nazionale, occupano senz'altro una posizione di rilievo le ortoimmagini prodotte da Agea (Agenzia per le Erogazioni in Agricoltura) nel contesto dei controlli previsti da norme comunitarie per la gestione dei contributi concessi nell'ambito della PAC (Politica Agricola Comunitaria).

Agea infatti è responsabile, ai sensi del D. Lgs. n. 99/2004, del coordinamento e della gestione del SIAN - Sistema Informativo Agricolo Nazionale, nel cui ambito è prevista la copertura aerofotogrammetrica con cadenza triennale dell'intero territorio nazionale e la produzione dei tematismi culturali su base catastale per il territorio agricolo.

Il D. Lgs. 82/2005 (Codice dell'Amministrazione Digitale) sancisce il principio del "riuso" dei dati generati da ciascuna Pubblica Amministrazione e della fruibilità degli stessi, mediante opportune convenzioni, da parte di altre Amministrazioni interessate.

A partire dall'anno 2010, al fine di ottimizzare proprio gli aspetti connessi al riuso delle ortoimmagini, è stata modificata la pianificazione dei programmi di ripresa, che divengono ora su base regionale anziché provinciale, e viene aperta la possibilità, per le Amministrazioni interessate, di acquisire congiuntamente ad Agea le ortoimmagini con risoluzione del *pixel* a terra di 20 cm anziché dei 50 cm, istituzionalmente previsti: tale incremento di risoluzione, nel caso venga attuato, a partire dal prossimo triennio 2013-2015 porterà ad un concreto miglioramento nelle possibilità di utilizzo delle basi fotocartografiche prodotte all'interno del SIAN per l'aggiornamento delle informazioni sull'edificato. Le ortoimmagini con risoluzione del *pixel* a terra di 20 cm consentirebbero infatti di determinare con maggiore accuratezza i parametri posizionali e di micro-intorno degli immobili e, conseguentemente, di affinare la stima dell'estimo delle Unità Immobiliari Urbane, limitando considerevolmente l'intervento diretto sul terreno.

Nel più ampio quadro della lotta all'evasione fiscale, l'Agenzia del Territorio (AdT) ha messo in campo da tempo una serie di azioni volte a far emergere le potenziali sacche di evasione nel settore immobiliare, con progetti ad alto contenuto tecnologico.

Nel recente passato, in base alle prescrizioni della Legge Finanziaria del 2007, l'AdT come è noto ha realizzato un importante progetto finalizzato alla "individuazione dei fabbricati sconosciuti al Catasto".

Il progetto, caratterizzato da un avanzato contenuto tecnologico, è stato curato dall'AdT in collaborazione con Agea e Sogei (Società Generale di Informatica) e rappresenta uno degli esempi più significativi di collaborazione e integrazione tra sistemi informativi delle Pubbliche Amministrazioni. Attraverso una specifica convenzione stipulata nel maggio del 2007, le due Agenzie hanno individuato il terreno comune dove le rispettive competenze potessero trovare utili sinergie per le stesse Amministrazioni e per i cittadini, nell'interesse generale dello Stato.

Per il conseguimento dell'obiettivo, è stata condotta una ricognizione generale dell'intero territorio nazionale, ad esclusione delle Province Autonome di Trento e Bolzano.

L'indagine territoriale è stata realizzata attraverso l'integrazione della cartografia catastale in formato vettoriale con le ortoimmagini digitali a colori ad alta definizione, il Modello Digitale del Terreno (DTM), il Modello Digitale delle Superfici (DSM) e le immagini all'infrarosso vicino.

La prima fase, eseguita sulla base del DTM e del DSM, ha riguardato l'individuazione automatica degli oggetti presenti sul soprassuolo; questi sono stati successivamente classificati, prima in funzione dell'altezza e poi con l'ausilio delle immagini all'infrarosso vicino: è stato così possibile discriminare la vegetazione dagli altri

manufatti del soprassuolo, determinando, in modalità automatica, i poligoni dei fabbricati.

L'intersezione spaziale tra i poligoni relativi agli oggetti del soprassuolo ed i poligoni dei fabbricati presenti nelle mappe catastali ha consentito di individuare le particelle sulle quali insistono dei fabbricati presenti sul terreno e non presenti nelle mappe del Catasto.

I risultati ottenuti sono stati successivamente sottoposti a controlli di qualità sistematici, eseguiti attraverso la fotointerpretazione tradizionale sulle stesse ortofoto digitali ad alta risoluzione (*pixel* 50 cm), al fine di eliminare gli errori che un processo automatico a livello industriale fatalmente comporta, soprattutto in relazione alla "qualità" dei dati utilizzati.

Il prodotto finale dell'attività, condotta in sinergia con Agea, è costituito da un elenco di particelle sulle quali insistono dei fabbricati non presenti nelle mappe del Catasto; l'elenco delle particelle è stato successivamente incrociato con i dati contenuti nei diversi archivi catastali. Tale operazione ha consentito di eliminare dall'elenco iniziale le particelle su cui insistono fabbricati che, seppur non rappresentati nelle mappe, sono comunque noti al Catasto, essendo presenti in altri archivi interni.

Il progetto, avviato a metà dell'anno 2007, è stato concluso nei primi mesi dell'anno 2010 e ha consentito di individuare oltre 2.000.000 di particelle sulle quali sono presenti fabbricati sconosciuti dal Catasto.

Tra le ricadute positive di questo progetto si vuole evidenziare la piena disponibilità per il Catasto, delle ortofotografie ad alta definizione che sono state immediatamente integrate nel proprio sistema cartografico per lo sviluppo di importati progetti, non ultimo quello relativo alla riforma del Catasto.

Con riferimento alle attuali previsioni normative (D.L. 78/2010, art. 19, Comma 12), a decorrere dal 1° gennaio 2011 l'AdT, sulla base di nuove informazioni connesse a verifiche tecnico-amministrative, da telerilevamento e da sopralluoghi sul terreno, deve provvedere ad avviare il monitoraggio costante del territorio individuando, in collaborazione con i Comuni, ulteriori fabbricati che non risultano dichiarati in Catasto.

Per realizzare tali previsioni normative e per rendere più efficace l'azione di indagine territoriale, si sta valutando l'opportunità di far uso di soluzioni ad avanzato contenuto tecnologico quali ad esempio le immagini aeree acquisite con sensori obliqui, come meglio si dirà in seguito.

Figura 5 Sensori obliqui integrati nel processo di presa fotogrammetrica

Immagini acquisite con sistema di camere oblique



Applicazioni connesse con l'utilizzo di Google Earth e Microsoft Virtual Earth

La diffusione di strumenti *web* condivisi che rendono disponibili in forma totalmente gratuita repertori dinamici di immagini aeree e satellitari su scala globale è ormai una realtà consolidata: le basi di *Google Earth* e *Microsoft Virtual Earth*, che tutti abbiamo imparato velocemente a conoscere ed utilizzare per le applicazioni non professionali più disparate, stanno diventando veri strumenti integrati che si propongono come *repository* di informazioni territoriali non limitate ai dati inseriti in rete dai gestori del sistema, ma strumenti nei quali è possibile integrare e condividere informazioni, con differenti modalità (Ferrante, 2010; Garnero, Ferrante, 2009).

Recentemente tale potenzialità è stata estesa al mondo dei sistemi informativi geografici, con l'opportunità di integrare basi dati locali con *database* remoti di immagini: lo strumento è di sicuro interesse per lo studio delle tematiche territoriali e paesaggistiche, data l'integrazione tra strumenti GIS, già ampiamente impiegati nel settore, e immagini di buona qualità e potenzialmente aggiornate con continuità, che consentono un'attenta lettura del territorio e delle sue modificazioni.

L'implementazione nei sistemi GIS consente inoltre una partecipazione attiva al processo di analisi territoriale, con la facoltà di estrarre quanto interpretato dalle immagini in *database* geografici vettoriali e/o alfanumerici.

Sono già stati fatti numerosi studi sulle possibilità di utilizzo di questi supporti innovativi nei processi di analisi territoriale e paesistica, al fine di individuare la scala di soglia oltre la quale le basi in argomento non costituiscono più un supporto geometricamente affidabile.

Sia *Google Earth* che *Virtual Earth* utilizzano un sistema di rappresentazione cartografica che non trova al momento altre applicazioni, almeno in Italia: si tratta del sistema 3785 - *Web Mercator WGS84*, così codificato nell'*EPSG Geodetic Parameter Dataset*. L'*EPSG (European Petroleum Survey Group)*, organizzazione ora assorbita nell'*OGP Surveying and Positioning Committee*, organo dell'*International Association of Oil & Gas Producers (OGP)* per scopi facilmente intuibili, provvede a mantenere e pubblicare un *database* dei sistemi cartografici e geodetici a livello mondiale e dei relativi parametri di trasformazione.

Ai fini della presente memoria risultano di particolare utilità le immagini georiferite di *Google Street View* implementate all'interno di *Google Maps* e *Google Earth*, il quale fornisce viste panoramiche a 360° gradi in orizzontale e a 290° in verticale lungo le strade (a distanza minima di 10-20 metri l'una dall'altra) e permette agli utenti di vedere porzioni di varie città del mondo a livello del terreno.

Figura 6 Google Street View Car in acquisizione (Fonte Wikipedia)



Introdotta nel maggio 2007, il servizio *Street View* è attivo in Italia dall'ottobre 2008 e, soprattutto nell'anno 2009, si è avuto un rapidissimo incremento delle vie servite: la copertura viene mostrata trascinandolo un omino arancione (*pegman*, presente nella barra dei comandi) e posizionandolo su un punto della viabilità, in modo da attivare la corrispondente fotografia panoramica.

Per la realizzazione delle foto, *Google Street View* si serve di apposite fotocamere (le *Dodeca 2360*, dotate di 11 obiettivi e prodotte dall'azienda canadese *Immersive Media*) collocate sul tetto di automobili. Nelle aree pedonali, nei parchi e nelle strade non attraversabili con le automobili, vengono invece utilizzate delle biciclette appositamente attrezzate: il servizio è esteso attualmente alla maggior parte della viabilità principale e a moltissime vie urbane di centri grandi e piccoli, con una copertura estesa a tutte le regioni italiane; la copertura aggiornata del servizio è disponibile *on line* all'indirizzo <http://www.google.com/help/maps/streetview/learn/where-is-street-view.html>.

E' evidente come la possibilità di visualizzare, se non altro, i fronti via delle zone già raggiunte dal servizio, può essere di immediato e rapido utilizzo al fine di consentire agli utenti un primo accesso visivo alle caratteristiche estrinseche dei fabbricati e delle aree limitrofe.

Riprese fotogrammetriche “oblique”

Sono operative sul mercato nazionale imprese in grado di realizzare, oltre alle tradizionali riprese nadirali, coperture fotogrammetriche eseguite con *set* di camere disposte in modo tale da riprendere il territorio con inclinazioni oblique, in maniera da privilegiare l'acquisizione delle facciate degli edifici.

Le soluzioni industriali, che vanno sotto il nome di *Pictometry*®, *Midas*® di *Track'air*, *iOne*® di *Visual Intelligence*, ..., prevedono l'utilizzo di sistemi di presa costituiti da più camere connesse in modo rigido tra loro, montate su un unico supporto sul quale è applicato il sensore inerziale (IMU) per l'acquisizione delle componenti angolari di presa.

Nei sistemi *Pictometry* e *Midas* sono presenti 5 camere, di cui 4 sono installate con una inclinazione di 40-45° rispetto alla verticale e secondo le quattro direzioni di vista perpendicolari tra loro (in avanti, indietro, a sinistra e a destra); la quinta camera è installata come le tradizionali camere fotogrammetriche in modo da riprendere il territorio sorvolato dallo zenit. I fotogrammi vengono scattati in modo simultaneo e risultano quindi cinque immagini che condividono il medesimo istante di presa.

I *tools* disponibili consentono, non solo di gestire la cospicua massa di dati in ambienti di navigazione a partire dall'ortoimmagine di base, ma anche di effettuare interrogazioni quantitative e misurazioni sulle dimensioni plano-altimetriche degli edifici, fornendo quindi agli operatori strumenti performanti per l'analisi e il controllo del costruito.

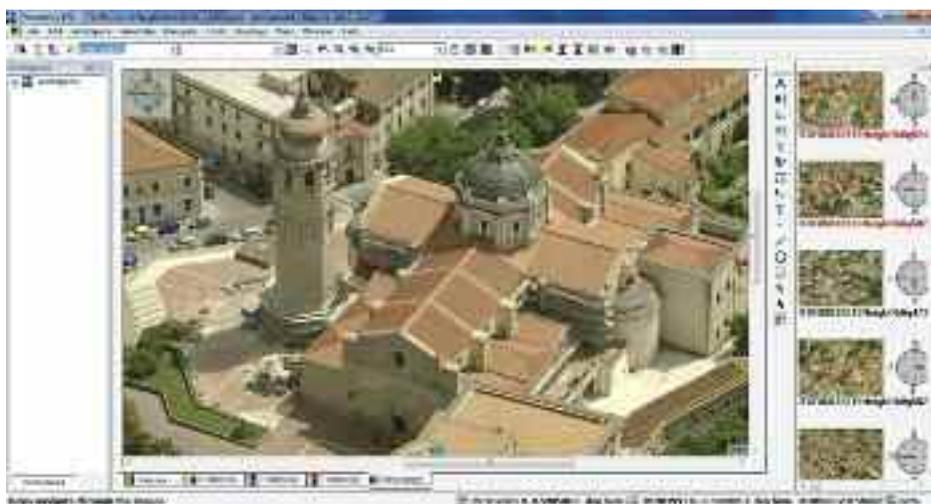
Per quanto noto agli Autori, sono attualmente disponibili sul territorio nazionale le riprese aeree oblique di tutti i capoluoghi di provincia e dei principali centri abitati con una popolazione superiore ai 50.000 abitanti, con prese a partire dal 2005 e con un *refresh* temporale triennale.

Inoltre, nel corso degli anni 2010 e 2011, la Regione Autonoma della Sardegna ha fatto eseguire i servizi relativi all'appalto per le “Attività di riprese fotografiche a bassa quota negli agglomerati urbani della Sardegna e relativi contesti architettonici”, con riferimento ai “centri di antica e prima formazione o centri matrice”, così definiti all'art. 51 delle Norme di Attuazione del Piano Paesaggistico Regionale. In sostanza, tutti i centri urbani sono stati acquisiti, con tecnologia *Pictometry* e con *pixel* a terra dell'ordine dei 5 cm, in modo tale da documentare il contesto paesistico in cui si trovano i centri matrice e di evidenziare le differenze morfologico-insediative esistenti fra i centri, con particolare riferimento alle morfologie di pianura, di collina, di montagna, di costa, di versante, ecc.

L'insieme delle foto nadirali e oblique consente quindi di comprendere meglio il modo col quale questi centri si sono sviluppati e di cogliere le differenti tipologie edilizie attraverso l'analisi sia dei prospetti degli edifici che di parti interne, nonché l'evidenziazione di problematiche legate al recupero e alla

ristrutturazione degli edifici di pregio, in un'ottica di controllo del territorio dal punto di vista urbanistico relativamente al centro urbano e alle strutture insediative circostanti. L'alta definizione permette di documentare lo stato attuale delle abitazioni e delle trame viarie, in modo tale da permettere la costituzione di un archivio fotografico di supporto all'attività istituzionale di pianificazione e di regolamentazione del territorio (Cina, Ferrante, Piras, Porporato, 2012).

Figura 7 Consultazione delle riprese oblique di un centro della Regione Sardegna



Quindi la disponibilità di riprese oblique già realizzate, relativamente recenti e, per quanto è stato precedentemente descritto, direttamente relazionabili con le mappe catastali con la tecnologia che verrà descritta più avanti, è tutt'altro che trascurabile, in quanto si può valutare che copra non meno del 70% dell'edificato; è quindi ragionevole ipotizzare la messa a sistema di questo patrimonio informativo per le finalità *de quo* in tempi ragionevolmente rapidi, in modo da evitare la naturale obsolescenza degli stessi.

Tra le tecnologie immediatamente disponibili, il Sistema BLOM-Urbex consente di integrare la cartografia catastale con le ortofoto, visualizzate nella parte centrale dello schermo, mentre nella parte laterale vengono visualizzate le immagini oblique relative alla stessa area presente nella parte centrale.

Rimane però ancora difficile, soprattutto nei centri storici delle città ed in particolare in quelli con morfologia complessa, individuare in modo univoco sulle viste prospettiche il fabbricato selezionato sulla mappa catastale e del quale si vogliono conoscere le caratteristiche edilizie.

Tale ambiguità viene risolta con la tecnologia che verrà illustrata più avanti, in occasione della descrizione dei modelli 3D degli edifici.

Da più parti si considera inoltre la possibilità di integrare le riprese fotogrammetriche eseguite da Agea, cui abbiamo fatto cenno in precedenza, con almeno 2 camere disposte obliquamente, in modo da ottenere, in contemporanea all'acquisizione dei fotogrammi per le ortoimmagini, anche riprese oblique da utilizzarsi per le applicazioni sul contesto edificato.

Tali riprese, qualora venissero realizzate con sistematicità, non potranno ovviamente risultare paragonabili con le prese appositamente prodotte come riprese oblique, in ragione delle ovvie carenze relativamente alla scala e quindi alla dimensione del *pixel*, di insufficienti direzioni di presa e di conseguenti carenze di informazioni, con direzioni di profili di fabbricazione completamente esclusi dall'acquisizione.

E' comunque corretto ritenere che tali possibilità, che dovrebbero essere prodotte con costi molto contenuti data la contemporaneità con le osservazioni primarie, potrebbero essere proficuamente utilizzate nei contesti extra-urbani, dove minori sono le problematiche di copertura reciproca tra gli edifici e dove non è, e non può essere, economicamente proponibile una ripresa inclinata realizzata in modo canonico.

Nel contesto economico che caratterizza il momento attuale, è comunque naturale prevedere la messa a sistema e la valorizzazione di quanto disponibile e utilizzabile con quanto può essere realizzato con costi sostenibili, in modo da garantire la fattibilità anche economica di quanto occorre per il raggiungimento degli obiettivi.

Riprese realizzate con gli UAV

In realtà la sola individuazione e relativa documentazione delle caratteristiche estrinseche dei fabbricati potrebbe essere ottenuta anche con strumentazioni decisamente meno performanti e costose di quelle appena descritte in quanto, per le applicazioni in oggetto, non si richiede tanto una qualità metrica a partire dalla quale poter andare ad eseguire misure e stime quantitative, quanto piuttosto una buona qualità fotografica che consenta all'operatore di individuare fotograficamente tutte o la maggior parte delle caratteristiche che potrebbero essere rilevate in campagna con un sopralluogo, o quanto meno di poter limitare i sopralluoghi ai casi controversi.

E' quindi oggetto di particolare attenzione la possibilità di utilizzo di strumentazioni fotografiche di tipo pseudo-amatoriale a bordo di velivoli senza pilota, tecnicamente definiti droni ovvero UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), intendendo con questo termine dai velivoli per applicazioni militari dalle dimensioni decisamente rilevanti agli aeromodelli giocattolo di piccole dimensioni.

La disponibilità di sistemi di posizionamento sufficientemente precisi ottenibili con ricevitori GNSS di piccolissime dimensioni e peso (generalmente *U-Blox*), unita all'esistenza di microscopici accelerometri e sensori giroscopici con tecnologia MEMs, controllati con *software* oggi generalmente disponibili in *open source*, aprono nuove possibilità di realizzazione di sistemi per l'acquisizione delle immagini digitali a bordo di velivoli di varie dimensioni.

La recentissima normativa emanata dall'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile) NI-008-2012 del 2 Agosto 2012 sul "Rilascio di permesso di volo per Aeromobile a Pilotaggio Remoto per l'effettuazione di attività sperimentale" definisce appunto le attività dei cosiddetti mini- e micro-UAV (rispettivamente di peso inferiore ai 20 e ai 5 Kg) e comunque fino al limite dei 150 kg relativamente ad attività che, pur essendo ancora definite "sperimentali", possono evidentemente avere interessanti ricadute professionali.

Sarà quindi possibile, in un immediato futuro, eseguire riprese anche da bassa quota, con strumenti di tipo APR (Aeromobile a Pilotaggio Remoto), per recuperare fotogrammetricamente informazioni che non sarebbero acquisibili mediante sopralluogo, sia per impossibilità di accesso sia per ragioni di maggiore convenienza economica.

Tecnologia per la ricostruzione virtuale dell'edificato

La richiamata disponibilità di informazioni già acquisite e la concreta possibilità che altri canali di acquisizione vengano attivati, per estese porzioni di territorio come per comparti territoriali decisamente contenuti, consente di delineare un proficuo utilizzo di tali metodologie di osservazione all'interno delle problematiche catastali, anche in relazione alla disponibilità di tecnologie che possono essere agevolmente *customizzate* per le esigenze specifiche.

Un operatore che dovesse porsi l'intento dell'acquisizione ovvero della verifica delle caratteristiche estrinseche dei fabbricati mediante riprese aeree oblique, dovrebbe poter operare in un ambiente *software* dedicato, che gli consenta di poter vedere la mappa catastale integrata all'ortoimmagine, e

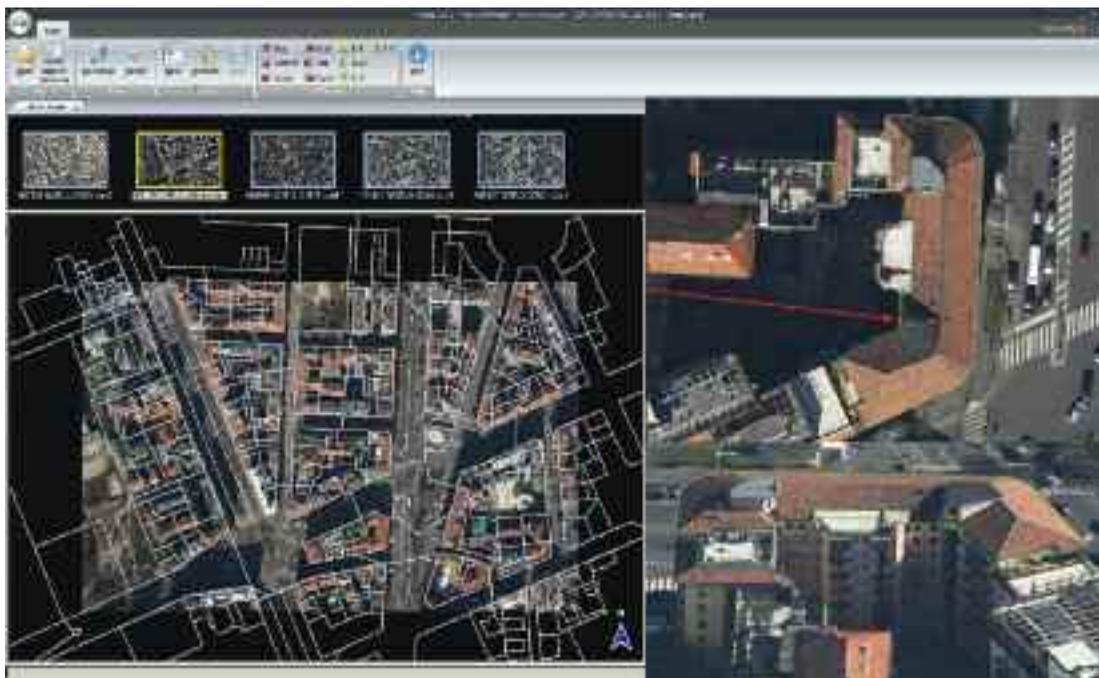
dovrebbe poter consultare le riprese oblique con l'ausilio di un *software* che minimizzi le possibilità di errata identificazione catastale dell'immobile, sincronizzando la vista obliqua sul fabbricato puntato sulla mappa. A tal fine, oltre alla *customizzazione* degli ambienti di consultazione delle prese oblique cui si è fatto cenno, è oggi proponibile la realizzazione, seppur in modalità semplificata, di un *3D City Model* dedicato alle applicazioni catastali.

Con tale termine vengono tecnicamente definiti gli ambienti di consultazione nei quali gli edifici vengono ricostruiti geometricamente come solidi e le cui facce risultano "vestite" a partire dalle informazioni radiometriche disponibili sui fotogrammi: in tale maniera il fruitore dimentica i fotogrammi e ritrova un modello virtuale ricostruito sul quale eseguire le osservazioni o, eventualmente, le misurazioni.

La costruzione dei *3D City Model* è da tempo presente nell'ambito dei prodotti geomatici disponibili sul mercato, ma solo i recenti miglioramenti nelle tecniche di autocorrelazione consentono di pensare a processi di generazione realizzabili in modalità praticamente del tutto automatiche, con conseguente abbattimento dei costi di produzione e quindi aperture verso usi più generalizzati.

Naturalmente, una volta disponibile, la base prodotta potrà essere posta a sistema ed essere utilizzata anche a scopi diversi, ad esempio per la tutela e il controllo, integrata nelle banche dati comunali.

Figura 8 Realizzazione prototipale di un *3D City Model* utilizzando una presa obliqua Midas (proprietà Blom CGR) con tecnologia Menci Software, sul territorio della Città di Milano



INTEGRAZIONE IN AMBIENTE GIS DELLE TECNOLOGIE E DEI DATI INTERNI ED ESTERNI AL DOMINIO DELL'AdT

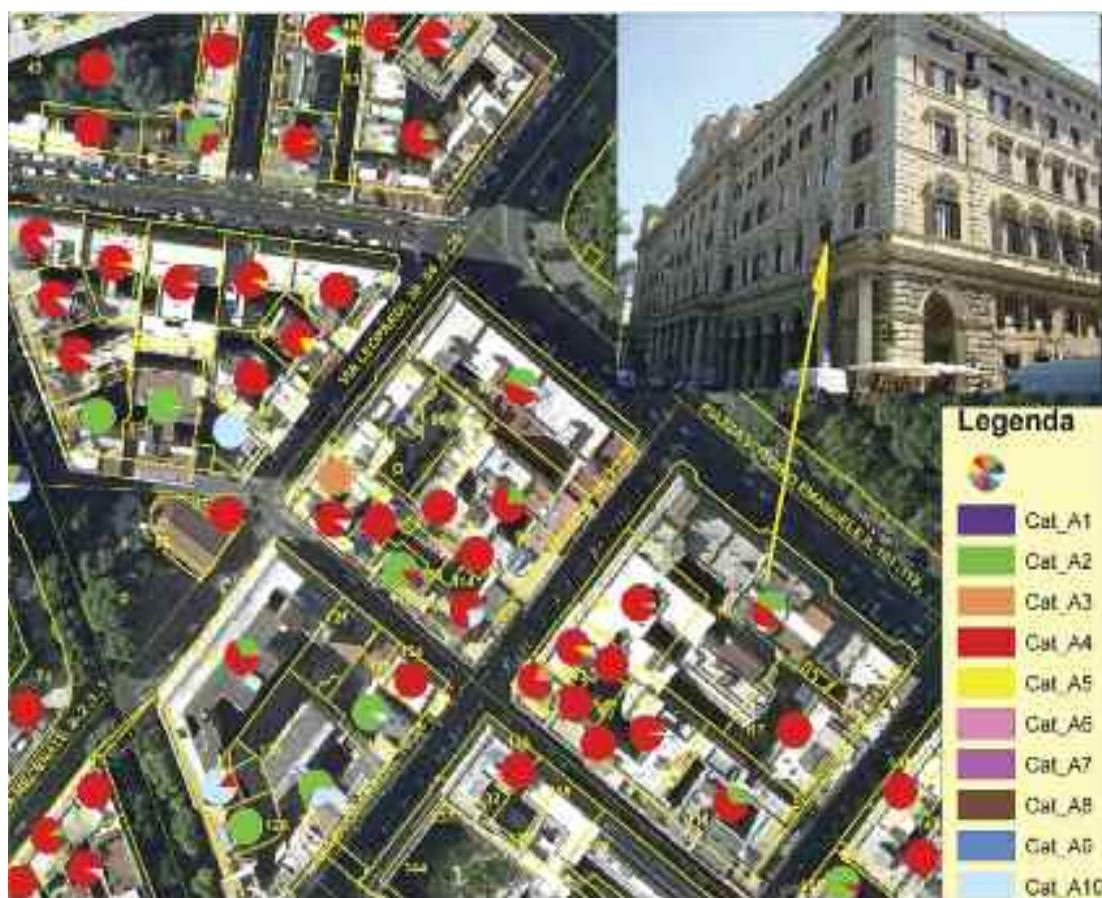
Da quanto rappresentato in premessa si evince come per la realizzazione del progetto di riforma del sistema estimativo catastale risultino strategici i dati geografici (cartografia catastale, ortofotografie, dati LiDAR, immagini acquisite con sensori obliqui, grafi stradali, zonizzazione dell'Osservatorio del Mercato Immobiliare, ...) ed alfanumerici (DB censuario terreni ed urbano, DB dell'OMI e delle Conservatorie dei Registri Immobiliari, ...) di conoscenza del patrimonio immobiliare italiano.

L'efficace valorizzazione di tutte queste componenti informative in un idoneo ambiente capace di integrare e correlare i dati di diversa provenienza, risulta di fondamentale importanza per il successo del progetto di riforma del sistema estimativo del catasto dei fabbricati.

L'ambiente capace di integrare dati, geografici e alfanumerici, insieme alle tecnologie, com'è noto è il GIS (Geographic Information System). Per gli aspetti connessi al progetto di riforma del Catasto, le piattaforme GIS consentono ad esempio di correlare i dati delle Unità Immobiliari Urbane (UIU) direttamente alla mappa catastale: è possibile eseguire analisi puntuali o statistiche su qualunque attributo delle UIU (valore/rendita, classamento, consistenza, ...) e rappresentare i *report* sulla cartografia catastale che, opportunamente integrata con le ortofoto ad alta risoluzione, consente di mettere in correlazione i dati di posizione e/o di affaccio con i dati di classamento o di consistenza delle UIU.

Nella figura che segue sono riportati, a titolo di esempio, sulla cartografia catastale integrata con le ortofoto, i *report* di analisi statistiche condotte sui dati di classamento delle UIU di una zona centrale di Roma; il confronto tra i dati statistici di classamento delle Unità Immobiliari, sia all'interno dello stesso fabbricato sia con quelli dei fabbricati della stessa area di indagine, mette in evidenza alcune delle sperequazioni nei classamenti che proprio la revisione degli estimi dovrà annullare o quantomeno ridurre.

Figura 9 Cartografia catastale integrata con ortofoto e grafi stradali – Visualizzazione dei risultati delle analisi spaziali sui dati di “classamento” delle Unità Immobiliari Urbane (grafici “a torta” e relativa legenda)



Risulta così possibile integrare ed analizzare sulla stessa piattaforma GIS i dati relativi alle caratteristiche estrinseche dei fabbricati: tali informazioni possono essere efficacemente desunte dalle immagini ravvicinate dei sensori obliqui acquisiti contemporaneamente alle immagini nadirali e consentono, così come indicato, di relazionare i prospetti dei fabbricati con i poligoni “fabbricati” rappresentati sulla mappa catastale, senza alcuna ambiguità.

CONCLUSIONI

Da quanto fin qui illustrato, si possono trarre alcune conclusioni.

Le informazioni relative alla posizione ed all'affaccio e quelle relative alle caratteristiche estrinseche dei fabbricati desumibili attraverso i dati e le tecnologie illustrati, consentono di alimentare efficacemente l'algoritmo per la stima del valore dell'immobile, limitando fortemente l'intervento di rilievo diretto sul terreno, con un ovvio contenimento dei tempi e dei costi.

La piattaforma GIS ipotizzata è fondamentale nella fase di analisi e gestione dei dati, propedeutica alla stima dei valori immobiliari, ma diventa strategica soprattutto nella fase conclusiva del processo, quando si tratta cioè di verificare ed armonizzare i valori e le rendite di UIU appartenenti a fabbricati limitrofi ricadenti però su microzone o zone OMI diverse o su comuni diversi o addirittura su differenti province o regioni.

Bibliografia

Chiabrando, R., Garnero, G., Godone, D. (2008), *Basi dati condivise per l'analisi e la progettazione territoriale: Google Earth e Virtual Earth cambiano le prospettive sulla gestione dei dati territoriali*, Congresso AIA 2008: “Segni dell'uomo e trasformazioni del paesaggio: analisi storica e prospettive di valorizzazione”, Marina di Pisticci (MT), settembre 2008.

Cina, A., Ferrante, F., Piras, M., Porporato, C. (2012), *La trasformazione dal Datum Catastale al Datum Roma 1940 e ETRF2000*, Territorio Italia, n. 1/2012.

Di Filippo, S., Ferrante, F., Garnero, G., Gnesivo, P. R., Rao, S. (2005), *Unificazione dei sistemi d'asse catastali di piccola estensione*, Atti del Convegno Nazionale SIFET 2005, Palermo-Mondello, giugno-luglio 2005.

Ferrante, F. (2010), *Il sistema di aggiornamento della cartografia catastale*, Un tesoro Ritrovato, Cangemi Editore 2010.

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

Ferrante, F. (2009), *L'integrazione del catasto con Google Earth, Google Maps e Street-View*, Territorio Informa, gennaio/marzo 2009.

Garnero, G., Cogoni, A. (2012), *Activity at low altitude photography in urban agglomerations of Sardinia and its architectural context*, in *Planning Support Tools: Policy Analysis, Implementation and Evaluation. Proceedings of the Seventh International Conference on Informatics and Urban and Regional Planning INPUT 2012*, E-book ISBN code: 9788856875973, Franco Angeli, Milano, 2012.

Garnero, G., Ferrante, F. (2009), *La valorizzazione delle mappe originali di impianto del catasto per la ricostruzione delle congruenze topologiche tra fogli adiacenti*, Atti della XIII Conferenza Nazionale ASITA, Bari, dicembre 2009.

Godone, D., Garnero G. (2013), *The role of morphometric parameters in Digital Terrain Models interpolation accuracy: a case study*, European Journal of Remote Sensing, n. 46/2013 (doi: 10.5721/EuJRS20134611).

Kraus, K. (1994), *Fotogrammetria* (trad. italiana di S. Dequal), Ed. Levrotto e Bella, Torino, 1994.

Paroli, A. (1958), *Metodi e strumenti di Rilevamento nei 70 anni di formazione del Catasto Terreni*, Rivista del Catasto e dei Servizi Tecnici Erariali, Nuova serie – anno XIII – n. 4/1958