

VEDERE IL TEMPO DEL TERRITORIO: UN'INTERFACCIA PER L'ESPLORAZIONE DEL VOLO GAI (1953/54)

Fabio LUCCHESI (*) Massimo CARTA (*) Francesco MONACCI (**) Fabio NARDINI (*)

(*) Dipartimento di Urbanistica e Pianificazione del Territorio, Università di Firenze Via Micheli 2, Firenze
tel. 0555031111, fax 055 587087, e-mail fabio.lucchesi@unifi.it; massimo.carta@unifi.it; f.nardini@awn.it

(**) Dipartimento di Economia Agraria e delle Risorse territoriali, Università di Firenze, Piazzale delle Cascine 18, Firenze
tel. 05532881, fax 055361771 e-mail francesco.monacci@unifi.it

Riassunto

L'esperienza presentata illustra modalità innovative di trattamento dei fotogrammi del Volo GAI sperimentate al fine di implementare la dimensione temporale dei SIT e rendere facilmente accessibile il documento per la fruizione pubblica.

Abstract

The introduced research shows some innovative methodologies on how to enhance the image quality and the employment of historical aerial photos (Volo GAI) to improve also the temporal dimension of GIS and to provide easy access to these documents for public use.

Il contesto della ricerca

La ricerca presentata è sviluppata nell'ambito delle attività del LaRISTⁱ, un laboratorio di ricerca costituito presso il Dipartimento di Urbanistica e Pianificazione del Territorio dell'Università di Firenze, ma aperto a contributi provenienti da ambiti disciplinari diversi. Tra gli scopi del laboratorio c'è il tentativo di introdurre stimoli e sollecitazioni nuove nelle riflessioni sulle architetture dei Sistemi Informativi Territoriali istituzionali (Carta e Lucchesi 2004). L'impostazione territorialistaⁱⁱ, caratteristica dell'approccio del gruppo di lavoro, impone come primo obiettivo una diversa attenzione alla dimensione temporale della conoscenza territoriale, che deve essere formalizzata nella costituzione dei diversi livelli informativi, affinché le variazioni e le persistenze nelle dinamiche di trasformazione degli assetti fisici dei contesti locali possano essere rappresentati e interpretati nel corso delle varie fasi dell'azione disciplinare: dalla costruzione dei quadri conoscitivi alla determinazione degli indirizzi progettuali. Un secondo obiettivo riguarda la centralità dell'indagine e della rappresentazione delle regole statutarie (ossia fondate su un riconoscimento sociale condiviso) che rendano compiutamente sostenibili, in un ampio spettro di significato, le scelte di governo e di trasformazione del territorioⁱⁱⁱ. Evidentemente una tale dimensione "statutaria" della conoscenza comporta la massimizzazione della condivisione delle informazioni nei vari stadi delle elaborazioni e ai più vari livelli della comunicazione (riferendosi nello specifico sia ai saperi cosiddetti esperti sia a quelli comuni). La comunicabilità dei vari materiali elaborati nel corso delle ricerche disciplinari diviene un fattore essenziale, che entra a far parte a pieno titolo del processo di mutuo arricchimento informativo e di confronto con la comunità abitante, rendendo possibili efficaci *feedback*.

Nel corso della collaborazione alla costruzione del SIT istituzionale del Circondario Empolese-Valdelsa, il gruppo di lavoro si è applicato al trattamento dei fotogrammi del Volo GAI^{iv} relativi all'estensione del territorio circondariale nel tentativo di documentare e riconoscere la struttura persistente degli assetti territoriali. Gli obiettivi previsti nel trattamento di tale materiale, conformemente alle premesse sopra citate, hanno dunque riguardato in primo luogo l'ottimizzazione delle condizioni di fruibilità del documento per l'uso in studi relativi alle dinamiche di persistenza e di trasformazione degli insediamenti e dei segni del territorio aperto, e in secondo luogo il migliora-

mento delle condizioni di accessibilità pubblica al documento e al suo significato, sia nel campo costituito dalle strutture tecniche delle amministrazioni e dei professionisti abilitati, sia negli ambiti frequentati dai decisori politici, dalla comunità abitante e in generale dal più vasto pubblico interessato al patrimonio territoriale dei contesti descritti (anche a fini turistici). Il primo obiettivo ha comportato una attenzione particolare nelle operazioni di ortorettificazione, finalizzate ad ottenere la massima coerenza con la CTR Toscana, e nelle operazioni di bilanciamento tonale, finalizzate alla massimizzazione delle possibilità di fotointerpretazione del documento; dei metodi e delle tecniche utilizzate a questo proposito si riferisce nel secondo paragrafo del contributo. Il secondo obiettivo ha comportato la costruzione di una interfaccia di consultazione capace di consentire con semplicità il confronto del documento storico con riprese recenti al fine di rendere evidenti e comprensibili l'entità e la qualità delle trasformazioni territoriali e paesaggistiche intercorse. Alle implicazioni tecniche riferite a questo aspetto è dedicato il terzo paragrafo.

Il trattamento dei fotogrammi GAI

I fotogrammi GAI, acquisiti dall'IGMI, sono stati sottoposti a una operazione di ortorettificazione, perfezionata, nelle aree maggiormente insediate, attraverso una ulteriore trasformazione su base triangolare (*rubbersheeting*). Successivamente alle operazione di correzione geometrica si è provveduto, attraverso *software* di *image editing*, a una calibrazione tonale delle immagini finalizzata alla separazione del dettaglio nelle ombre e alla massimizzazione del microcontrasto locale.

Il processo metodologico per il trattamento del dato, messo a punto dopo una fase di affinamento delle tecniche e di studio sulle varie potenzialità dei *software* disponibili^v, può essere così sinteticamente descritto:

Scansione dei fotogrammi del Volo GAI ad altissima risoluzione (1200 dpi)	
Ricostruzione dei parametri tecnici della campagna di volo: distanza focale, offset del punto principale, marche fiduciali, georeferenziazione dei grafici di volo ^{vi}	
Costruzione del Modello Digitale del Terreno (DTM) con un passo della griglia di 10 metri	estrazione dell'informazione altimetrica contenuta nella Carta Tecnica Regionale (punti, curve di livello ed altri elementi quotati)
	emendamento di quote manifestamente errate o ricavate in corrispondenza di elementi artificiali (ponti, cavalcavia, terrapieni, ecc.)
	interpolazione via algoritmo <i>radial basis</i> ^{vii}
Ortorettificazione dei fotogrammi (lo standard di qualità ammissibile è stato fissato in un RMS massimo di 10 metri)	inserimento dei parametri della ripresa aerea (distanza focale, punto principale, marche fiduciali)
	individuazione di una serie di <i>Ground Control Point</i> (min 30 punti per fotogramma) sulle riprese del Volo AIMA del 2002 ^{viii}
	inserimento del DTM per la definizione dei valori in quota dei GCP immessi
<i>Rubbersheeting</i> delle immagini ortorettificate sulla CTR (limitatamente ad alcuni fotogrammi)	
Bilanciamento tonale delle immagini ortorettificate	ottimizzazione tonale attraverso lo strumento <i>Curves</i> in ambiente <i>Adobe Photoshop</i>
	ottimizzazione del microcontrasto attraverso lo strumento <i>Unsharp Mask</i> in ambiente <i>Adobe Photoshop</i>
Mosaicatura delle immagini ortorettificate	
Ritaglio dell'immagine ottenuta sul quadro unione della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10000	

La procedura messa a punto ha, a nostro avviso, alcuni passaggi originali finalizzati a rendere più agevole e corretta la successiva fotointerpretazione delle immagini. Esistono numerose esperienze relative a operazioni di ortorettificazione di riprese aeree; tuttavia il fatto di lavorare su una delle ricognizioni più antiche, per quanto riguarda il territorio italiano, ci ha spinto ad affinare alcuni accorgimenti tecnici probabilmente inusuali. È necessario inoltre considerare il fatto che il valore di indiscutibile pregio del paesaggio descritto dai fotogrammi GAI nasce dalla combinazione di una serie di fattori (estrema ricchezza dei segni e dei manufatti, alta frammentazione e diversificazione delle tessere paesaggistiche, ecc.); ciò rende molto più complessa, rispetto ad altri contesti, la fase di fotointerpretazione. Le due questioni (la complessità paesaggistica e la data della ripresa) ci hanno suggerito di migliorare la leggibilità dei fotogrammi senza utilizzare gli strumenti di correzione tonale offerti dai *software* GIS, con i quali non sembrava possibile ottenere risultati soddisfacenti. Sono stati pertanto utilizzati *software* specifici di *image editing*. Il bilanciamento tonale delle immagini ortorettificate è stato condotto attraverso *Adobe Photoshop*^{ix} utilizzando in primo luogo lo strumento *Curves*, con il quale è stato possibile aumentare o ridurre selettivamente il contrasto dell'immagine con grande precisione, intervenendo separatamente sulle ombre e sulle alte luci; in secondo luogo è stato utilizzato lo strumento *Unsharp Mask* con il quale è stato possibile migliorare il microcontrasto locale. Questo tipo di operazione, pur producendo nell'insieme un effetto lievemente innaturale rispetto ai passaggi tonali tipici della fotografia, ha migliorato notevolmente la leggibilità del Volo GAI, permettendo, ad esempio, di distinguere in maniera più agevole all'interno delle superfici boscate le conifere dalle latifoglie, o di riconoscere, all'interno delle aree agricole, le varie combinazioni della coltura promiscua. Sempre al fine di ottenere una migliore fotointerpretazione del documento, è stato compiuto sui fotogrammi ortorettificati un successivo processo di *rubbersheeting* con trasformazione triangolare. Tale operazione, limitata ai fotogrammi che inquadravano aree interessate da una forte concentrazione insediativa, dove anche un RMS piuttosto basso non risolveva alcuni problemi di interpretazione, ci ha permesso di ottenere un'immagine perfettamente coerente con la topografia della Carta Tecnica Regionale^x.

L'interfaccia di navigazione

In una seconda fase i fotogrammi sono stati inseriti in una interfaccia concepita a fronte di due necessità: garantire buone condizioni di pubblicazione e permettere con efficacia e semplicità il confronto con riprese aeree recenti. Per poter rendere massimamente fruibili le immagini ortorettificate è stato ritenuto utile realizzare un'interfaccia grafica che permettesse di visualizzare ciascuna immagine attraverso un semplice *browser* di *internet*. La realizzazione dell'interfaccia ha dovuto tuttavia necessariamente considerare il problema di visualizzare immagini di notevoli dimensioni. Per poter valorizzare il grande dettaglio informativo dei fotogrammi GAI è evidentemente necessario disporre di *file* molto grandi. D'altra parte la visualizzazione di immagini di grandi dimensioni attraverso un *browser* è generalmente problematica. Di norma i *browser* non dispongono infatti di nessun comando per la gestione delle immagini contenute all'interno di una pagina HTML semplice. La visualizzazione risulta perciò troppo statica e poco fruibile, fornendo all'utente l'unica possibilità di spostarsi all'interno della pagina attraverso le barre di scorrimento. È prassi comune, per chi progetta pagine *web*, l'astenersi da inserire immagini statiche più grandi della dimensione massima visualizzabile da un comune monitor (solitamente 1024 x 768 pixel). Per permettere comunque all'utente di gestire in piena libertà le immagini spesso viene fornita la possibilità di scaricare sul proprio computer il *file* in modo da poterlo aprire al massimo dettaglio con *software* dedicati alla visualizzazione. Questa operazione di scaricamento in remoto può tuttavia richiedere lunghi tempi di attesa in funzione della dimensione delle immagini stesse. Le immagini utilizzate in questo progetto raggiungono dimensioni di 3500 x 3000 pixel circa (dunque equivalenti a 10 MegaPixel). La soluzione proposta al problema descritto consiste nell'utilizzo di una tecnologia denominata *Zoomify* che permette la visualizzazione interattiva di immagini di grande formato attraverso un comune *browser*^{xi}. Per essere utilizzati i materiali prodotti con *Zoomify* richiedono la presenza di *Flash Player* di *Adobe*: si tratta di un *software* gratuito, che si affianca al *browser* per gestire contenuti mul-

timediali interattivi normalmente presenti in gran parte dei siti internet e, di conseguenza, per lo più già installato sulla maggioranza dei computer. La tecnologia di *Zoomify* si basa sul principio delle “immagini piramidali”^{xii}, le quali, in virtù della propria struttura, hanno una grande opportunità: in funzione della zona inquadrata e del grado di ingrandimento richiesto può venire “caricata” nel *browser* solo la porzione dell’immagine desiderata. Ciò si traduce evidentemente in un ingente vantaggio in termini di economia di dati trasferiti. Per avere un termine di misura, si consideri che per scaricare in remoto in modo tradizionale una delle immagini utilizzate nel presente progetto, sono di norma necessari 2-3 minuti, cui andrebbe eventualmente aggiunto il tempo necessario per aprire le applicazioni utili a visualizzare effettivamente il *file* scaricato. Attraverso la tecnologia *Zoomify* questa operazione viceversa richiede, di norma, tra i 5 ed i 10 secondi^{xiii}.

La struttura tecnica che permette il funzionamento di questa tecnologia necessita di più componenti:

- la pagina HTML che contiene l’interfaccia,
- un file in formato *Flash* che gestisce le operazioni di esplorazione dell’immagine eseguite dall’utente (*panning*, *zoom*, ecc.),
- un file in formato XML che costituisce l’indice delle porzioni di immagine registrate a risoluzioni differenti,
- un numero variabile di cartelle in funzione della dimensione dell’immagine originale; ciascuna cartella contiene una copia dell’immagine ridimensionata in fattori di scala sempre più piccoli e frammentata in piccoli quadranti in formato JPG.

Attraverso l’utilizzo del linguaggio HTML e della tecnologia *Zoomify* è stata dunque progettata l’interfaccia grafica che permette di visualizzare i fotogrammi GAI ortorettificati e ritagliati sui quadranti della CTR Toscana 1:10000 in modo dinamico e intuitivo.



Figura 1 – L’interfaccia di navigazione nel sito dell’Atlante del Patrimonio

La tecnologia *Zoomify* ha infine permesso di ottenere il secondo degli obiettivi prefissati, attraverso la costruzione di un’interfaccia mediante la quale è possibile un efficace ed immediato confronto tra dati afferenti al medesimo ambito geografico ma temporalmente distanti tra di loro; sono state co-

struiti, quindi, due differenti strumenti interpretativi: il primo mette a confronto le riprese zenitali del Volo Gai del 1954 con quelle del Volo AIMA del 2002; il secondo rende possibile la comparazione di due foto oblique anch'esse riprese dallo stesso punto di vista in tempi diversi. Intervenendo sulla struttura della pagina HTML è stato infatti possibile visualizzare contemporaneamente e a perfetto registro spaziale due immagini affiancate. Gli strumenti di navigazione (*pan* e *zoom*) eventualmente utilizzati su una delle due immagini producono uno spostamento o un ingrandimento corrispondente sull'altra affiancata. Nel risultato presentato qui, integrato nell'interfaccia dell'Atlante del Patrimonio Territoriale del Circondario Empolese, intervenendo a modificare la visualizzazione del fotogramma GAI, anche l'ortofoto AIMA, automaticamente e in modo quasi istantaneo, si visualizzerà nel medesimo punto ed alla medesima scala.



Figura 2 – Gli strumenti di navigazione



Figura 3 - L'interfaccia di navigazione nel confronto tra due foto oblique

Conclusioni

Il risultato ottenuto sembra essere di interesse sotto almeno due aspetti. Dal punto di vista dell'implementazione dei SIT, orientati in senso territorialista, il trattamento del Volo GAI rende possibile implementare gli strati informativi della CTR, con la possibilità di dotare ciascun elemento rappresentato di un attributo temporale o di una valutazione sul grado di permanenza o persistenza dello stesso. Dal punto di vista della efficacia della comunicazione le procedure messe a punto rendono semplice e immediato il raffronto tra riprese fotografiche di epoca diversa (sia oblique che

zenitali) permettendo di cogliere i cambiamenti, anche minimi, intercorsi nel tempo. Le operazioni di ricerca hanno prodotto, oltre a un CD utilizzato con finalità didattiche, una sezione del sito *web* del Circondario Empolese-Valdelsa (attualmente in corso di pubblicazione) aperta alla consultazione pubblica e capace di evidenziare efficacemente le trasformazioni intercorse sul territorio nel corso dell'ultimo mezzo secolo.

Bibliografia

- Bernetti I. e Chirici G. (2005), "La rete ecologica del Circondario Empolese-Valdelsa: analisi e strumenti di gestione, in *Atti della IX Conferenza ASITA*, Catania
- Carta M. e Lucchesi, F. (2004), "Dal SIT al SITER. Verso un Sistema Informativo Territoriale orientato alla comunicazione pubblica, in *Atti eArcom. Tecnologie per comunicare l'architettura*, Clua, Ancona
- Lucchesi, F., Carta M., Vannetiello, D. (2005) "L'Atlante del patrimonio territoriale del Circondario Empolese Valdelsa (FI)", in *Atti della IX conferenza nazionale ASITA*, Catania
- Lucchesi, F. (2006), "L'identità dei luoghi e la dimensione del tempo nella topografia" in *Atti del convegno nazionale della Associazione Italiana di cartografia (AIC). Luoghi e tempo nella cartografia*, Trieste
- Magnaghi A. (2005) (a cura di), *La rappresentazione identitaria del territorio. Atlanti, codici, figure, paradigmi per il progetto locale*, Alinea, Firenze

ⁱ L'acronimo LaRIST sta per Laboratorio per la Rappresentazione Identitaria e Statutaria del Territorio.

ⁱⁱ L'aggettivo "territorialista" fa riferimento al lavoro teorico di Alberto Magnaghi e di un gruppo di ricercatori impegnati da anni nella definizione di un nuovo paradigma di pianificazione fondato sul riconoscimento della centralità delle identità territoriali nella definizione delle strategie, dei piani e dei progetti della trasformazione; sulla connotazione della "scuola territorialista" si confronti almeno Magnaghi (2005). L'approccio territorialista, infine, caratterizza l'impostazione culturale dei due corsi di laurea (triennale e magistrale) rispettivamente in Urbanistica e Pianificazione Territoriale e Ambientale e in Pianificazione e Progettazione della Città e del Territorio, compresi nell'offerta formativa della Facoltà di Architettura di Firenze e attivi a Empoli dal 2001.

ⁱⁱⁱ Su questi obiettivi si fonda la collaborazione tra il LaRIST e il Circondario Empolese, con il quale è in atto una collaborazione finalizzata alla costruzione di un Atlante del Patrimonio Territoriale (Lucchesi, Carta, Vannetiello 2005); la ricerca è coordinata da Alberto Magnaghi. Tra gli esiti scientifici della ricerca cfr. anche Bernetti e Chirici (2005).

^{iv} Il Volo GAI (Gruppo Aerofotogrammetrico Italiano), ricognizione aerofotografica realizzata nel biennio 1954/55, rappresenta un documento culturale fondamentale per la conoscenza del territorio italiano. La data della ripresa rappresenta infatti un passaggio estremamente importante in quanto segna approssimativamente, nel nostro paese, la transizione da un assetto essenzialmente rurale alle condizioni della modernità.

^v I *software* testati sono stati *Ermapper 6.4*, *PCI Geomatics* e *Erdas Imagine 8.7*. I migliori risultati sono stati ottenuti in quest'ultimo ambiente, scelto pertanto per condurre le operazioni di ortorettificazione e mosaicatura delle immagini.

^{vi} Si ringrazia Stefano Bartalini, responsabile del SIT del Circondario EmpoleseValdelsa, per il contributo prezioso.

^{vii} Per l'interpolazione è stato utilizzato l'ambiente Surfer (versione 8) di Golden Software.

^{viii} I fotogrammi AIMA sono stati messi a disposizione dal Circondario Empolese Valdelsa.

^{ix} In particolare è stata utilizzata la versione 9 (altrimenti nota con la sigla CS2), che tuttavia, per quanto riguarda gli strumenti utilizzati, non mostra sostanziali miglioramenti rispetto a versioni precedenti.

^x Occorre rilevare, soprattutto per la costruzione di informazione geografica funzionale alla predisposizione di strumenti di regolazione del territorio, che è buona norma attenersi ad una sostanziale corrispondenza delle geometrie dei diversi tematismi con la topografia istituzionale, rappresentata, nel nostro caso, dalla CTR 1:10000.

^{xi} *Zoomify* è una software house californiana attiva dal 1999; cfr. www.zoomify.com.

^{xii} Un'immagine piramidale contiene al suo interno più livelli di risoluzione e permette di visualizzare una sua porzione al livello di dettaglio ottimale senza dover caricare l'intera immagine.

^{xiii} Occorre comunque segnalare che i file di immagine piramidale occupano uno spazio disco maggiore sul server che li dovrà trasmettere all'utente.