

FOTOGRAMMI STORICI: UNO STRUMENTO PER RAPPRESENTARE L'ITALIA CHE CAMBIA

HISTORICAL PHOTOGRAMS: A TOOL TO REPRESENT A CHANGING ITALY

Danilo Godone * - Matteo Garbarino ** - Emanuele Sibona ** - Gabriele Garnero * - Franco Godone ***

Riassunto

I fotogrammi storici, opportunamente utilizzati attraverso procedimenti di miglioramento delle caratteristiche fotografiche e geometriche, consentono la ricostruzione delle dinamiche evolutive del paesaggio italiano. In particolare, nella presente memoria, vengono investigate le dinamiche occorse nel territorio collinare della provincia di Cuneo. L'ausilio di metodologie geomatiche ha fornito una valutazione delle transizioni nelle coperture del suolo, e quindi nelle dinamiche socio-economiche. Prova di questo processo è stata positivamente riscontrata nelle attuali disposizioni normative a sostegno delle produzioni agricole di pregio.

Abstract

The comparison of appropriately processed historical photograms allows the reconstruction of the land cover dynamics of the Italian landscape. In particular, in this paper, the dynamics of a hilly area of the province of Cuneo are assessed. The use of geomatic methodologies has provided an evaluation of land cover transitions, and consequently in the socio-economic dynamics. Proof of this process has been positively detected in the legislative measures supporting quality agricultural production.

I. Introduzione

Il territorio italiano, nella sua storia recente, è stato oggetto di numerose riprese aeree fotogrammetriche: nel periodo del secondo conflitto mondiale sono state effettuate numerose campagne di ripresa per scopi bellici; mentre nei primi anni del dopoguerra (1954 – 1956) è stata effettuata una ripresa aerea stereoscopica coprente l'intero territorio nazionale ad opera del Gruppo Aeronautico Italiano (GAI).

L'impiego di tali supporti per la ricostruzione della dinamica territoriale costituisce un elemento di sicuro interesse per l'analisi dell'evoluzione del territorio.

* Università di Torino, DEIAFA Sez. Topografia Via L. Da Vinci 44, 10095 Grugliasco (TO)
danilo.godone@unito.it, gabriele.garnero@unito.it

** Università di Torino, AGROSELVITER Sez. Selvicoltura Via L. Da Vinci 44, 10095 Grugliasco (TO)
matteo.garbarino, emanuele.sibona@unito.it

*** CNR – IRPI, U.O.S. di Torino, Str. delle Cacce, 73 - 10135 Torino franco.godone@cnr.irpi.it

Nel corso degli anni si è infatti verificata una notevole modificazione della società e del suo assetto economico e produttivo: l'abbandono dei territori marginali e il conseguente incremento degli abitanti nei grandi centri urbani o l'estensione delle superfici dedicate all'edificazione di attività industriali sono clamorosi esempi di come si siano modificati gli usi sociali, le dinamiche socio-economiche e quindi le conseguenti modalità di utilizzo dei territori e delle risorse.

Dopo adeguate forme di processamento, che prevedono la rasterizzazione, la georeferenziazione o, possibilmente, l'ortorettifica, i fotogrammi diventano un prezioso strumento di lettura delle dinamiche territoriali passate: con le attuali metodologie di restituzione e rappresentazione è possibile effettuare una fedele ricostruzione di tali assetti; con la possibilità di analizzarne e quantificarne gli aspetti peculiari come, ad esempio, la stima delle superfici dedicate alle singole attività produttive o occupate da aree naturali ed i loro rapporti quantitativi.

La ripetizione del processo con differenti epoche di acquisizione permette di effettuare comparazioni diacroniche e di determinare, tramite l'impiego di metodologie proprie della "landscape ecology", indici descrittivi dell'evoluzione dell'assetto territoriale nel tempo (*change detection*).

2. I fotogrammi storici disponibili per il territorio italiano

Il territorio italiano, nella sua storia recente, è stato oggetto di numerose riprese aeree fotogrammetriche: in particolare, nel periodo del secondo conflitto mondiale, sono state effettuate numerose campagne di ripresa per scopi bellici (l'individuazione di obiettivi strategici, verifica dell'efficacia di azioni di bombardamento, ...) dalle differenti forze schierate sul territorio nazionale quali Luftwaffe, RAF, Regia Aeronautica, USAAF (Crippa et al., 2008).

La Royal Air Force (RAF) e la United States of America Air Force (USAAF) hanno effettuato riprese planimetriche e stereoscopiche, tra il 1943 ed il 1945, focalizzate su obiettivi di interesse strategico con scale medie variabili tra 1:10.000 e 1:50.000 a seconda delle focali impiegate, con formato di 24x24 o 18x24; la forza aerea britannica ha effettuato i voli sull'Italia meridionale, mentre gli statunitensi hanno effettuato i voli sull'Italia del Nord.

Con analoghe modalità e obiettivi sono stati effettuati i voli di Luftwaffe e Regia Aeronautica.

Nei primi anni del dopoguerra (1954 – 1956) è stata effettuata una ripresa aerea stereoscopica coprente l'intero territorio nazionale ad opera del Gruppo Aeronautico Italiano (GAI) con scala media di 1:33.000 per la parte peninsulare, minore nelle zone alpine (<http://immagini.iccd.beniculturali.it/>).

L'impiego di tali supporti per la ricostruzione della dinamica territoriale costituisce un elemento di sicuro interesse per l'analisi dell'evoluzione del paesaggio; gli ostacoli principali sono costituiti dallo stato di conservazione delle immagini, ovviamente in formato cartaceo e oggetto di deformazioni e strappi che pregiudicano in taluni casi l'impiego di alcuni fotogrammi, e dalla reperibilità delle informazioni di calibrazione. I certificati di calibrazione non sono sempre disponibili, ed in certi casi il supporto cartaceo è ritagliato in modo anomalo, con conseguente asportazione dei *repères* e conseguente impossibilità di impiego dei dati di calibrazione al processamento dell'immagine.

3. Zona di studio

È stata selezionata una zona di studio (Fig. 1), conformemente alla disponibilità dei fotogrammi, localizzata in prossimità del comune di "Grinzane Cavour" in Provincia di Cuneo (44°40' N, 07°59' E). La scelta della zona di studio è motivata dalla disponibilità di fotogrammi, nella fattispecie su diapositiva, corredati dei certificati di calibrazione, nonché dalla dinamica territoriale caratterizzata da un uso del suolo estremamente diversificato con la presenza di centri urbani, vie di comunicazione, aree naturali e aree agricole, con forte presenza di vigneti.

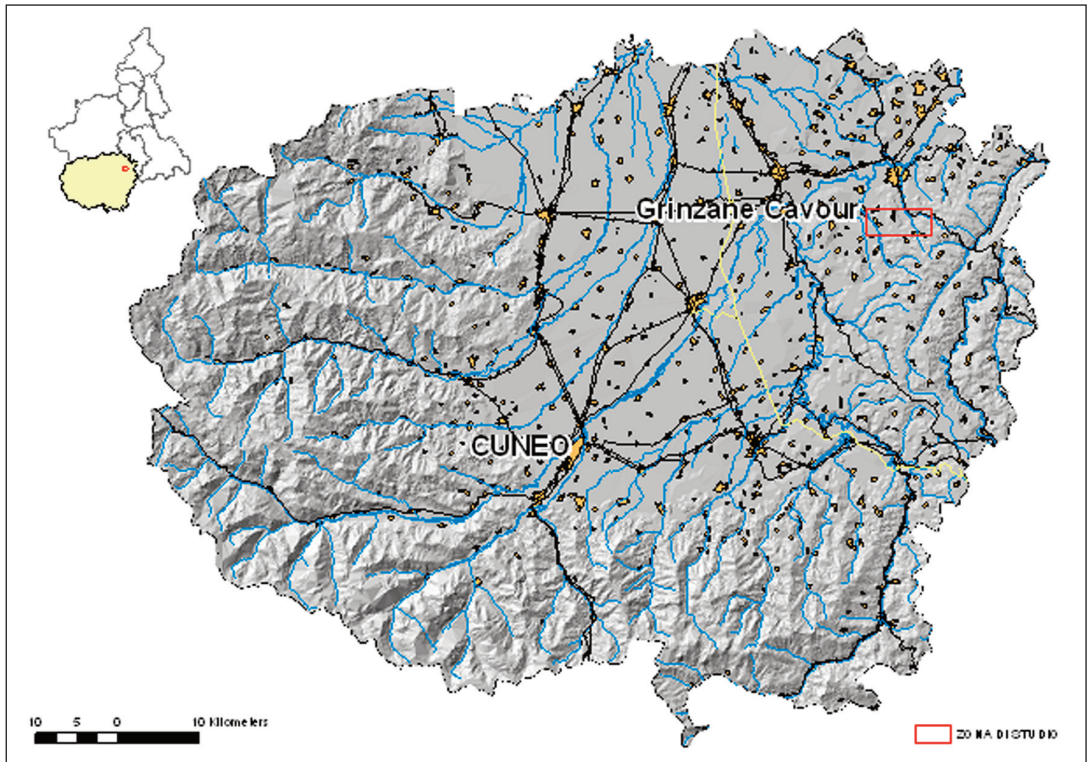


Fig. 1 – Zona di studio

4. Metodologie di analisi

I fotogrammi, su diapositiva, forniti dall'Aerofototeca del CNR-IRPI, UOS di Torino e corredati di certificato di calibrazione (Fig. 5), sono stati acquisiti con scanner formato A3 ad una risoluzione di 600 dpi.



Fig. 2 – Dati strumentali del fotogramma: 1 - repère; 2 – Distanza principale

Si è quindi proceduto all'individuazione dei Ground Control Points nel software ArcMap impiegando come riferimento la Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10000; per facilitare le operazioni di individuazione dei punti è stata anche caricata, in overlay alla CTR, l'ortoimmagine del 2006 disponibile dal Portale Cartografico Nazionale (Fig. 4).

I fotogrammi sono stati quindi orientati nel software fotogrammetrico Z-Map di Menci, attraverso il quale è stata effettuata una triangolazione aerea automatica (Mikhail et al, 2001, pp. 119 - 126): data l'inconsueta configurazione grafica dei *repères* non è stato possibile effettuare l'orientamento interno in maniera automatica (Fig. 2), mentre al contrario l'algorithmo di autocorrelazione ha permesso la ricerca automatica dei punti di legame con risultati soddisfacenti (Fig. 3).

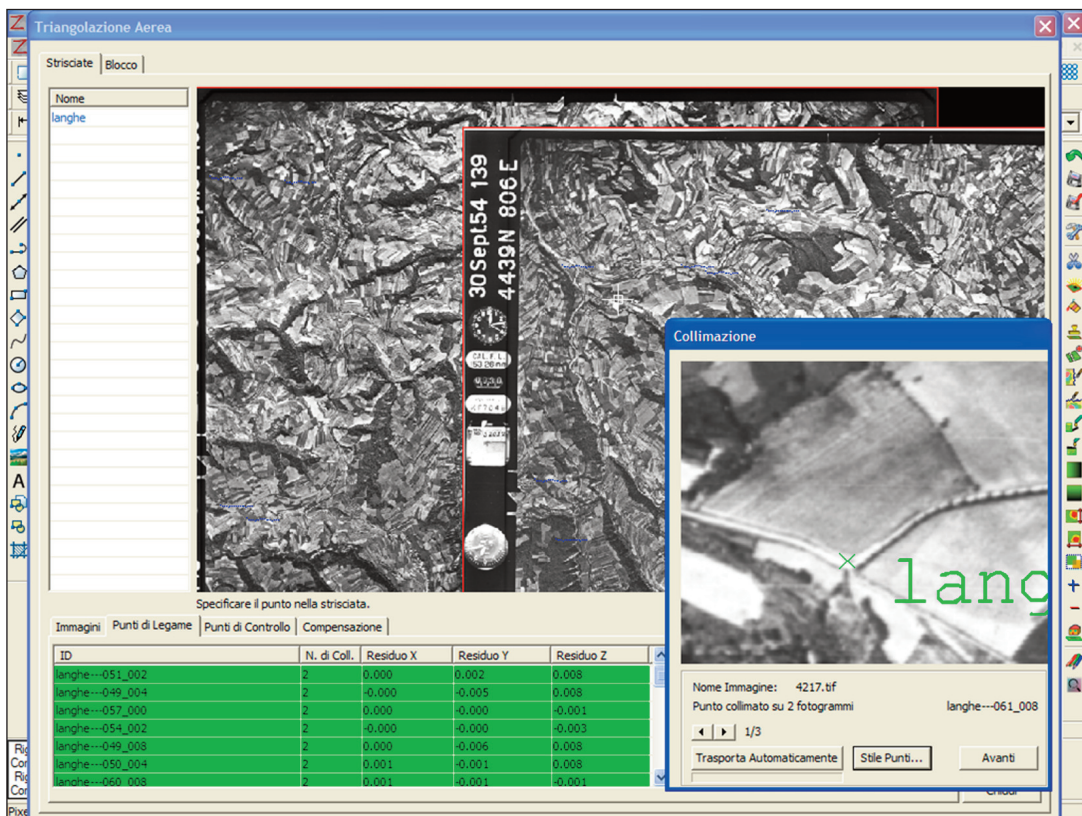


Fig. 3 – Triangolazione aerea, selezione automatica tie points

Al fine di valutare il ruolo del certificato di calibrazione nella determinazione di un corretto orientamento dei fotogrammi, in relazione alla frequente difficoltà di reperimento di tali documenti negli archivi e nelle raccolte di immagini storiche, si è proceduto a ripetere il processo di orientamento impiegando unicamente il valore della distanza principale: tale valore, a differenza delle informazioni di calibrazione della camera, è infatti impresso sul singolo fotogramma (Fig. 2) e quindi accompagna sempre l'immagine fotografica.

Tale approfondimento ha lo scopo di quantificare il decadimento di precisione che si verifica in assenza del certificato di calibrazione: si tratta del caso più sfavorevole poiché non sono disponibili le informazioni del certificato di calibrazione e si può unicamente utilizzare la distanza principale, ma anche decisamente frequente nel trattamento di immagini storiche.

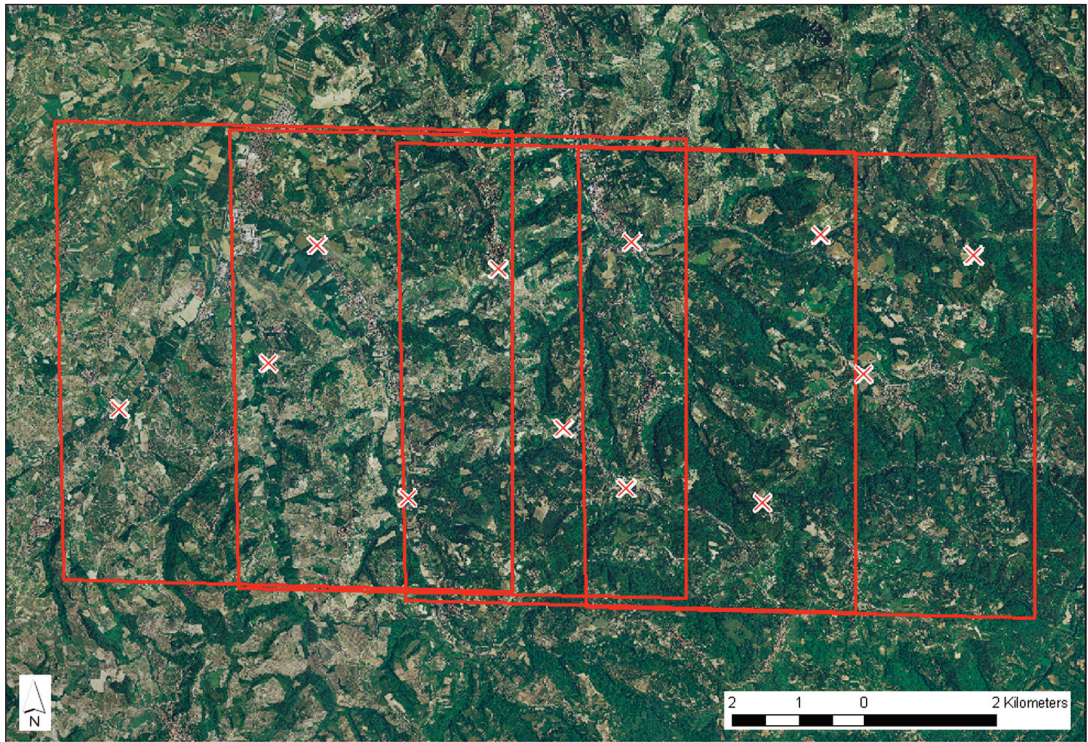


Fig. 4 – Fotoindice e disposizione dei Ground Control Points (sfondo: ortoimmagine Portale Cartografico Nazionale)

In questo caso, le coordinate dei *repères* sono state imputate come derivate dalla loro posizione geometrica teorica, in funzione della dimensione del fotogramma.

Al termine dell'orientamento interno si è quindi proceduto nella modalità precedentemente descritta e, tramite il confronto dei valori degli scarti ottenuti dalle due procedure, si è valutata l'influenza della conoscenza del certificato di calibrazione nel trattamento delle immagini.

I fotogrammi orientati nella procedura di triangolazione sono poi stati oggetto di ortorettifica e mosaicatura in un'unica immagine: il mosaico ottenuto è stato quindi oggetto di analisi, attualmente in un'area test di circa 400 Ha, tramite algoritmi di segmentazione (Martelli, 2009, pp. 37 - 51) nel software *eCognition*, con l'obiettivo di restituire le differenti coperture del suolo.

Sono stati effettuati differenti test per individuare i parametri ottimali per ottimizzare l'accuratezza ed il dettaglio della restituzione finale; al termine del processo di segmentazione si è quindi proceduto alla classificazione in 6 classi (Tab. 1) dei poligoni ottenuti, utilizzando *tools* all'interno dello stesso ambiente di lavoro.

In ambiente GIS si è quindi proceduto all'aggregazione di poligoni adiacenti caratterizzati dal medesimo attributo (*Dissolve*) e alla riorganizzazione degli *shapefile* in *feature separate* (*Multipart to Singlepart*).

Analoga procedura è stata effettuata sulle ortoimmagini a colori dell'anno 2000, con dimensione del pixel a terra pari a 0.5 m, per ottenere un dato di confronto.

In ambiente GIS sono quindi stati effettuati dei test per individuare e quantificare le modificazioni della copertura del suolo: sono stati effettuati confronti visivi tra le due immagini e successivamente è

CALIBRATION CERTIFICATE

Submitted By

FAIRCHILD CAMERA AND INSTRUMENT CORPORATION
 SYOSSET, L. I., NEW YORK

Camera Type T-11 Camera
 Camera No. 52-032
 Lens and Case No. KP 7649

a) Make and Type Bausch & Lomb Metrogon
 b) Nominal Focal Length 6 inch
 c) Maximum Aperture f/6.3

This Certificate applies to the above subject precision camera with lens as stated herein. It was tested at maximum aperture. All measurements were made with parallel light incident on the lens. The effective wave length was 575 millimicrons.

PC-769

KP 7649

I. FOCAL LENGTH

Flange Focal Distance	Equivalent Focal Length	Calibrated Focal Length
MM 133.10	MM 153.26	MM 153.26

The probable errors of these determinations of focal length do not exceed ±0.10 mm.

II. DISTORTION

Distortion Referred to the Calibrated Focal Length

7.5°	15°	22.5°	30°	37.5°	45°	49°
0.00	0.02	0.05	0.10	0.12	0.05	-0.12

The values of the distortion are measured in millimeters and indicate the displacement of the image from its distortion-free position. A positive value indicates a displacement from the center of the plate. The probable error is approximately ±0.02 mm.

III. RESOLVING POWER (AEREOGRAPHIC FILM)

	5°	7.5°	15°	22.5°	30°	37.5°	45°	49°
Tangential	35	32	26	24	17	20	19	11
Radial	30	30	30	28	22	20	17	11

The values of the resolving power are given at specified intervals from the center of the field and are obtained by photographing suitable test charts comprised of patterns of parallel lines. The series of patterns of the test chart are imaged on the negative with lines per millimeter spaced as follows: 10, 11, 13, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 31, 36, 40, 45, 50, 57, 63, 71, 80.

The row marked "Tangential" gives the number of lines per millimeter in the image on the negative of the finest pattern of the test chart that is distinctly resolved into separate lines when the lines lie perpendicular to the radius drawn from the center of the field. The row marked "Radial" gives similar values for the pattern of test lines lying parallel to the radius.

KP 7649

IV. CALIBRATION

The lines joining opposite pairs of collimation index markers intersect at an angle of 90° ± 1 minute of arc, and their intersection indicates the location of the Point of Symmetry with a probable error not exceeding ±0.05 mm.

V. COLLIMATION MARKER SEPARATION

A - B 235.09 mm
 C - D 235.20 mm

Markers A and B lie in the line of flight.
 The calibration of this camera was performed at a temperature of approximately 71° Fahrenheit.

VI. CALIBRATED FOCAL LENGTH MARKER SEPARATION

These marker separations are set at a distance equal to the calibrated focal length ±0.05 mm.

FAIRCHILD CAMERA AND INSTRUMENT CORPORATION

P. J. ...
 Precision Camera Calibration Laboratory

Jamaica, New York

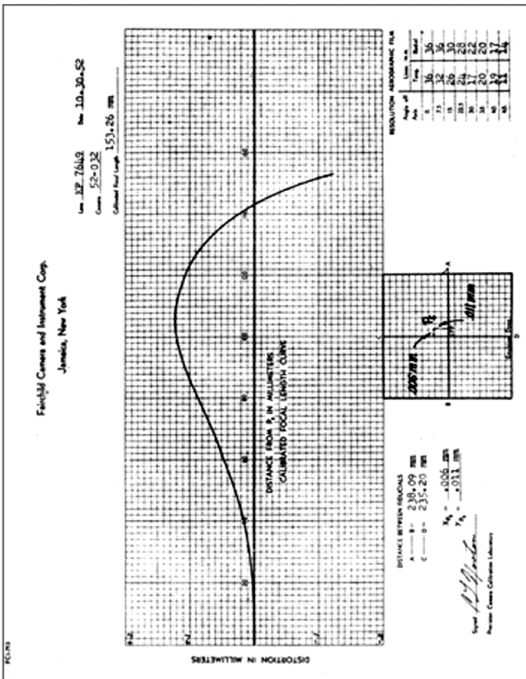


Fig. 5 – Certificato di calibrazione

Codice	Attributo	Descrizione
1	Bosco	Poligoni contraddistinti dalla presenza di copertura arborea che non siano palesemente arboreti, anche alberi singoli o gruppetti sparsi
2	Coltivo	Categoria da campi o prati, comprende anche macereti o poligoni ridotti non identificabili univocamente
3	Vigna	Poligoni ascrivibili ad un vigneto
4	Urbano	Agglomerati urbani evidenti
5	Noccioleto	Poligoni di evidente arboreto artificiale, presumibilmente noccioleto vista la vocazione del territorio
6	Acqua	Corsi d'acqua

Tab. 1 – Classificazione dei poligoni

stata impiegata un' *extension free* disponibile in ambiente ArcView 3.x denominata "Change Detection" (Chandrasekhar, 1999), che consente la comparazione per intersezione tra due livelli informativi poligonali, e consente di riportare le variazioni di classificazione e di superficie.

Dalla tabella originata sono state effettuate alcune valutazioni circa le modificazioni territoriali avvenute: al fine di verificare i risultati, si è proceduto alla ricerca di fonti statistiche e normative che hanno influenzato lo sviluppo territoriale ed economico del territorio in esame.

La ricerca è stata inizialmente rivolta verso fonti nazionali, quindi è stata estesa verso fonti comunitarie.

5. Risultati e discussione

Il processo di triangolazione aerea ha consentito di orientare i fotogrammi con scarti accettabili (Tab. 2) ai fini delle successive elaborazioni.

La ripetizione dell'orientamento con la sola indicazione della lunghezza focale ha portato ad un notevole decadimento della qualità della successiva triangolazione, effettuata nella medesima modalità, con valori superiori a quelli ottenuti dalla procedura "ordinaria" anche di un ordine di grandezza.

Il risultato ottenuto permette di determinare, grazie al confronto tra le due procedure, la riduzione di precisione che si verifica quando si procede nell'orientamento di immagini prive di dati di calibrazione completi: tale decadimento si ripercuote sulla qualità delle informazioni estraibili dalle immagini e deve essere impiegato come valore di soglia per considerare la significatività delle stesse.

Il confronto in ambiente GIS dei due mosaici ha permesso di evidenziare visivamente le dinamiche di trasformazione del paesaggio più macroscopiche quali, ad esempio:

1. espansione dei centri urbani in particolare lungo gli assi viari principali (Fig. 6);
2. espansione delle aree caratterizzate da copertura arborea (Fig. 7);
3. transizione delle aree coltivate ad aree a vigneto o noccioleto (Fig. 7).

La segmentazione dei due mosaici ha consentito di ampliare la capacità analitica dell'indagine con la possibilità di quantificare le variazioni paesaggistiche: il confronto fra i due livelli informativi poligonali ha infatti permesso di determinare le superfici relative ad ogni classe di copertura del suolo definita e le relative fluttuazioni temporali.

Gli strumenti GIS descritti hanno semplificato le procedure di analisi: la semplice comparazione (Fig. 8) tra i due livelli informativi permette di confermare quanto già evidenziato dal preliminare confronto visivo delle immagini, evidenziando variazioni significative in alcune categorie di copertura.

L'approccio "change detection" ha confermato quanto osservato visivamente, rilevando fluttuazioni considerevoli nelle seguenti categorie: coltivo, noccioleto, urbano (Fig. 9).

ID	RESX (M)	RESY (M)	RES Z (M)	RESX (M)	RESY (M)	RES Z (M)
1	2.63	-22.84	18.53	2.63	22.84	18.53
2	-11.20	14.98	21.99	11.20	14.98	21.99
3	-6.03	11.12	23.11	6.03	11.12	23.11
4	1.51	-20.76	15.31	1.51	20.76	15.31
5	-2.62	5.37	3.31	2.62	5.37	3.31
6	30.12	8.74	-13.73	30.12	8.74	13.73
7	-4.87	33.32	35.51	4.87	33.32	35.51
Media	1.36	4.27	14.86	8.42	16.73	18.78
RSM	13.51	19.95	15.86	10.10	9.63	9.88

Tab. 2 – Risultato della triangolazione aerea con certificato di calibrazione completo (in alto) e con la sola distanza principale (in basso)

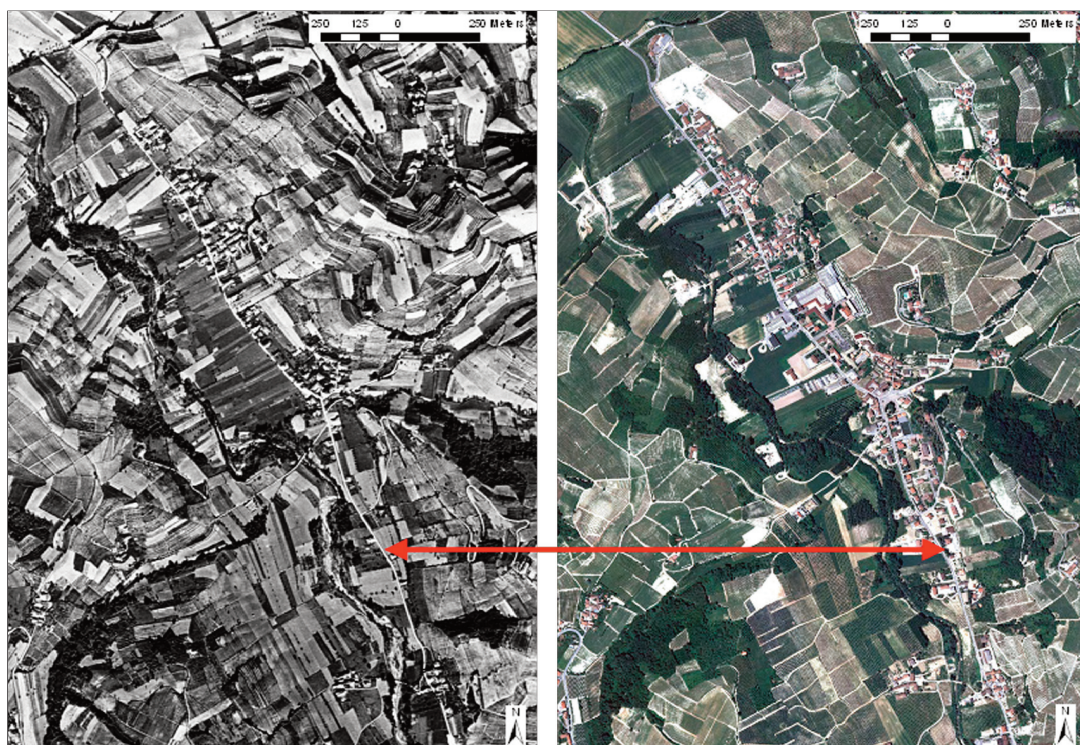


Fig. 6 – Modificazioni paesaggistiche, aree urbane

Considerando la natura del territorio oggetto di studio, è stato compiuto un approfondimento sulle dinamiche della classe “nocciolo”: tale copertura è stata caratterizzata da un rilevante incremento superficiale, principalmente a discapito delle aree a coltivo e, in maniera meno cospicua, delle aree a bosco o vigneto.

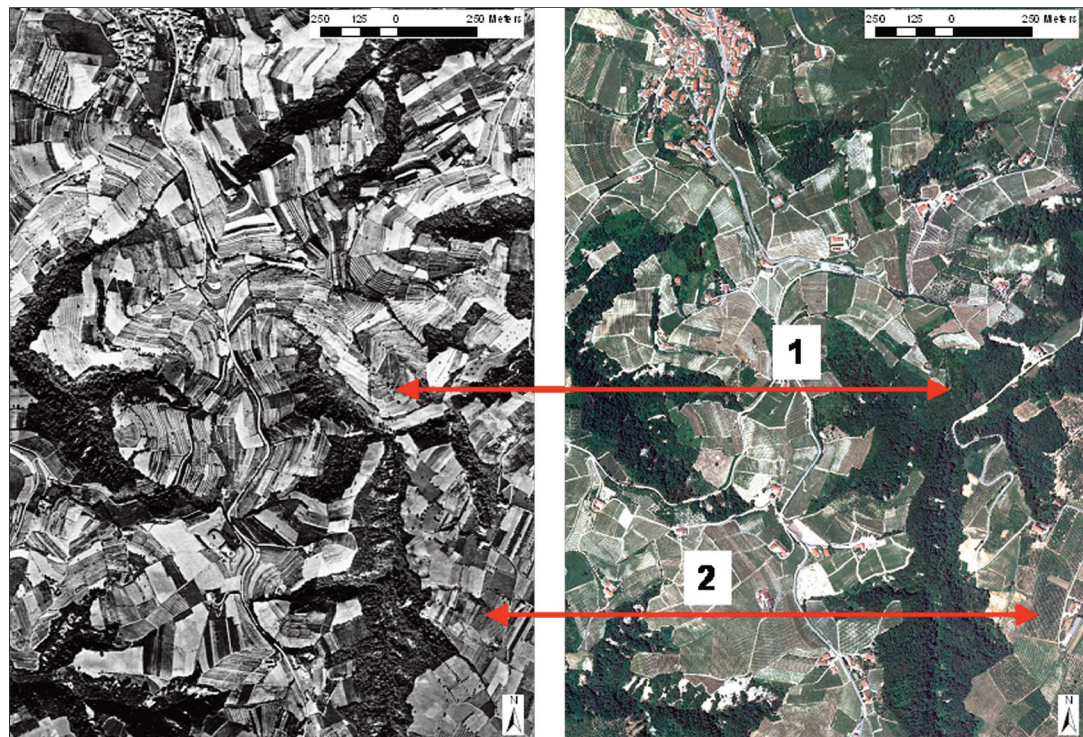


Fig. 7 – Modificazioni paesaggistiche, aree boscate (1) ed aree agricole (2)

Al fine di verificare l'attendibilità della suddetta transizione, si è proceduto ad individuare fonti statistiche e normative che giustificassero tale dinamica: a livello italiano la nocciola coltivata nelle zone di indagine (MiPAF, 2004) è stata oggetto di certificazione di provenienza geografica tramite il protocollo IGP - Indicazione Geografica Protetta (MiPAF, 1993).

Tale provvedimento ha determinato un incremento delle superfici e delle produzioni di nocciola nelle zone oggetto di certificazione (Valentini e Me, 2002, pp. 133 - 140) pari anche a 20% nell'ultimo decennio del periodo di analisi. Analogo effetto hanno avuto successivi provvedimenti a livello europeo (Regolamento n. 2081/92 - 14/07/1992 e seg.).

6. Conclusioni

L'impiego di basi dati storiche è di fondamentale importanza per la lettura del territorio e delle sue modificazioni: una copertura fotogrammetrica come il Volo GAI costituisce un supporto ideale grazie alla sua estensione sull'intero territorio nazionale.

L'approccio adottato consente, attraverso la triangolazione aerea, un trattamento rigoroso ed è da preferirsi in presenza di certificati di calibrazione per evitare un decadimento della precisione nell'orientamento dei fotogrammi (Garnero et al, 2010).

Il mosaico di immagini ottenuto nelle due aree studio è un supporto di sicuro interesse per l'analisi del consumo di suolo e l'impiego di metodologie GIS ha consentito di ottimizzare la procedura di analisi, fornendo strumenti e risultati adeguati per affrontare una tematica così delicata ed attuale.

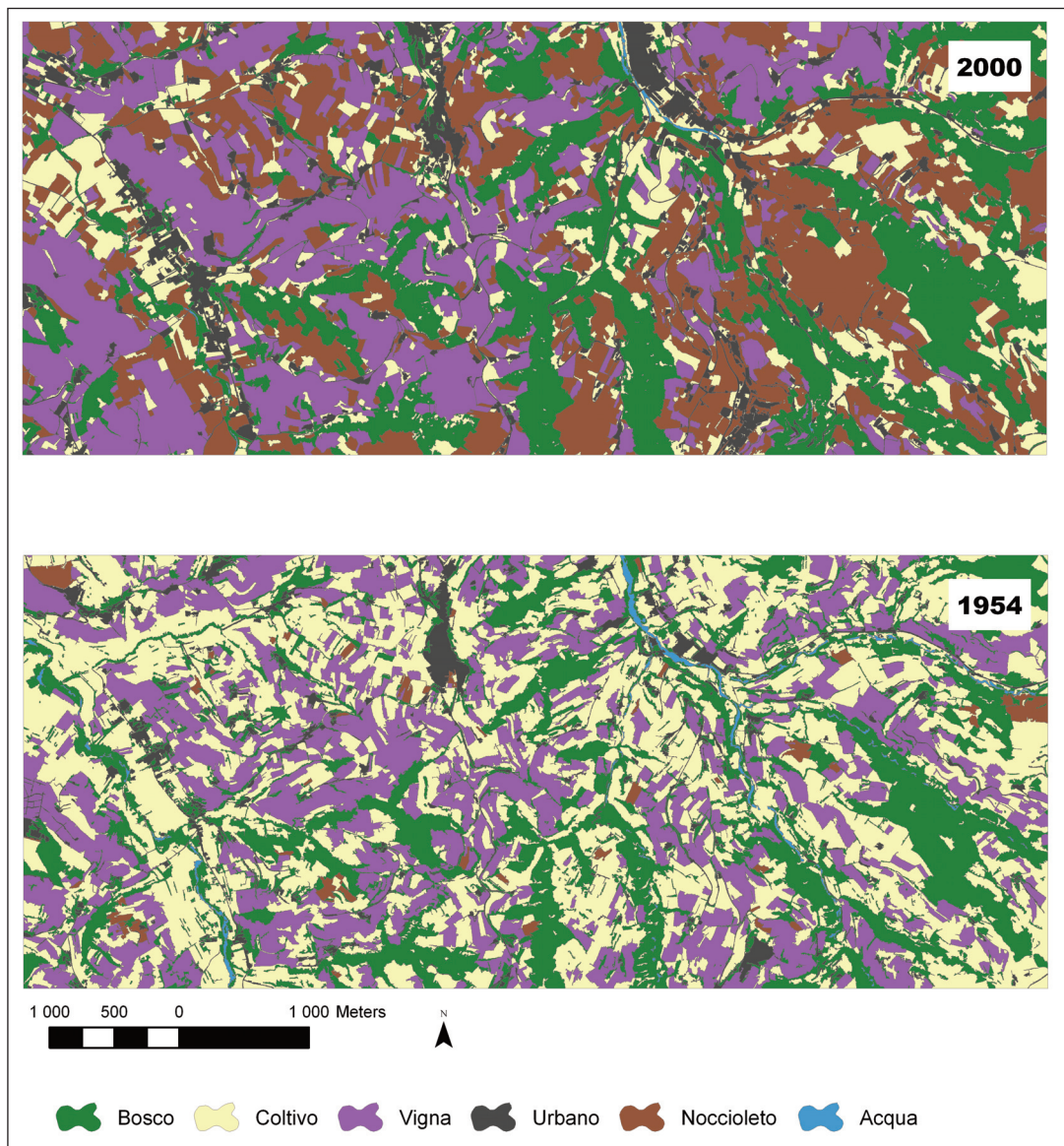


Fig. 8 – Confronto multitemporale

L'approfondimento sul noccieto ha inoltre evidenziato la potenzialità di questi strumenti di analisi per fornire un supporto alla valutazione degli effetti delle politiche nazionali e comunitarie in materia di promozione dell'agricoltura di pregio (London Economics, 2008, pp. 1 - 13) e delle ricadute di tali iniziative a livello paesaggistico, produttivo e sociale (Meeus et al, 1990, pp. 289 - 352; Vos e Meekes, 1999, pp. 3 - 14; Westhoek et al, 2006, pp. 7 - 20; van Berkel e Verburg, 2011, pp. 447 - 459).

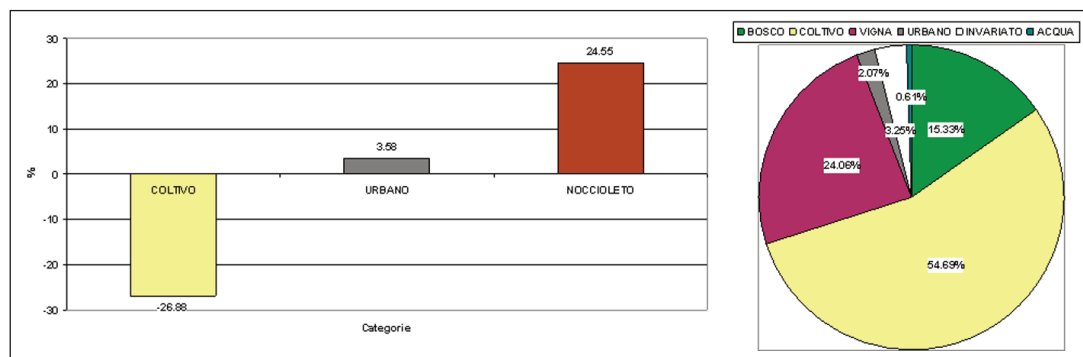


Fig. 9 – Principali variazioni superficiali 1954 – 2000 (sinistra) ed evoluzione della classe nocchieleto (destra) a scapito delle altre categorie di uso del suolo

Normativa

Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (2004), Provvedimento 23 marzo 2004 - Modifica del disciplinare di produzione della denominazione «Nocciola del Piemonte», registrata in qualità di indicazione geografica protetta in forza del regolamento (CE) n. 1107/96.

Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (2004), D.M. 02/12/1993 Indicazione Geografica Protetta (IGP) Regolamento CE n. 510/2006 del Consiglio del 20 marzo 2006 relativo alla protezione delle indicazioni geografiche e delle denominazioni d'origine dei prodotti agricoli e alimentari, Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea n. L 93 del 31/03/2006, pp. 12 – 25

Regolamento CE n. 692/2003 del Consiglio dell'8 aprile 2003 che modifica il regolamento CEE n. 2081/92 relativo alla protezione delle indicazioni geografiche e delle denominazioni d'origine dei prodotti agricoli ed alimentari, Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea n. L 99 del 14/07/2003, pp. 1 – 7

Regolamento CEE n. 2081/92 del Consiglio del 14 luglio 1992, "Protezione delle indicazioni geografiche e delle denominazioni d'origine dei prodotti agricoli ed alimentari", Gazzetta ufficiale n. L 208 del 24/07/1992, pp. 1 – 8

Bibliografia

- CHANDRASEKHAR, T. (1999), *Change Detection Extension for ArcView*, www.esri.com
- CRIPPA, A.; ZANOTTERA, F.; BOEMI, M. (a cura di, 2008), *Le terre dei folli – 150 anni di fotografia aerea per conoscere e contenere il consumo di territorio*, Fondazione Ninphe Castello di Padernello e Acherdo Edizioni, 177 pp.
- GARNERO, G., GODONE, D., GODONE, F. (2010), *Fotogrammi storici: uno strumento per l'analisi dell'evoluzione del paesaggio*, "Paysage – Architettura del paesaggio" su CD, Giugno 2010
- London Economics (2008), *Evaluation of the CAP policy on protected designations of origin (PDO) and protected geographical indications (PGI)*, European Commission - Agriculture and Rural Development. 13 pp.
- MARTELLI, C. (2009), *Estrazione di features con tecniche di classificazione pixel e object-oriented*, Tesi di Laurea Specialistica in Ingegneria Civile, Università degli Studi di Bologna, pp. 37 - 51

- MEEUS J.H.A. ,WIJERMANS M.P., VROOM M.J. (1990), *Agricultural landscapes in Europe and their transformation*, "Landscape Urban Planning" 18 , pp. 289 – 352.
- MIKHAIL, M.E., BETHEL, J.S.,MC GLONE, J.C. (2001), *Introduction to Modern Photogrammetry*. John Wiley and Sons, pp. 119 - 126.
- VALENTINI N., ME G. (2002), *Attualità e problematiche della coltura del nocciolo in Italia: la situazione piemontese*, "Atti del 2° Convegno Nazionale sul Nocciolo", Giffoni Valle Piana (SA). pp. 133 - 140
- VAN BERKEL D. B., VERBURG P. H. (2011), *Sensitising rural policy: Assessing spatial variation in rural development options for Europe*, Land Use Policy, Volume 28, (3), pp. 447 - 459.
- VOS W., MEEKES H. (1999), *Trends in European cultural landscape development: perspectives for a sustainable future*, Landscape Urban Planning 46, pp. 3 – 14.
- WESTHOEK H.J.,VAN DEN BERG M., BAKKES J.A. (2006), *Scenario development to explore the future of Europe's rural areas*, Agriculture, Ecosystems & Environment, Volume 114, (1), Scenario-Based Studies of Future Land Use in Europe, pp. 7 - 20.