

Il potenziale informativo degli archivi di fotografia militare della Seconda Guerra Mondiale ai fini della protezione civile e dell'analisi del territorio

Fotogrammetria, intelligenza artificiale e webGIS al servizio degli archivi fotografici

di Elizabeth Jane Shepherd, Gianluca Cantoro, Fabio Remondino



Fig. 1 - Esempi di camere fotografiche (fonte: Wikipedia) usate per ricognizioni aeree durante la Seconda Guerra Mondiale e grafici delle strisciate di ricognizione (fonte: AFN).

Durante la Seconda Guerra Mondiale, la ricognizione fotografica aerea ebbe un ruolo decisivo sull'esito delle campagne alleate in Europa. La visione dall'alto fornita da fotogrammi di grande formato ed elevata risoluzione geometrica costituiva una fonte primaria di informazioni per il monitoraggio delle linee nemiche, l'identificazione di bersagli sensibili, la pianificazione di attacchi e la valutazione di danni causati dai bombardamenti aerei.

Le ricognizioni aeree venivano eseguite con aerei quali British Spitfire, Mosquito, American P-38 Lightning o P-51 Mustang, e impiegando camere fotografiche di medio o grande formato (K-17, F24, F52), in configurazione nadirale o obliqua. Le acquisizioni fotografiche venivano di norma processate in tempi brevissimi (a volte anche allestendo laboratori di stampe fotografiche di fortuna in tende militari in prossimità delle basi aeroportuali) e disseminate nel teatro di guerra fra gli specialisti delle varie operazioni. Al giorno d'oggi la maggior parte di queste fotografie è conservata nel *Aerial*

Reconnaissance Archive - TARA / NCAP (<http://ncap.org.uk>) e nei *National Archives and Records Administration* - NARA (<https://www.archives.gov>). Le foto aeree scattate durante la Campagna d'Italia (1943-1945) vennero eseguite dalla *Mediterranean Allied Photo Reconnaissance Wing* (MAPRW). La MAPRW era l'arma di ricognizione e *intelligence* delle *Mediterranean Allied Air Forces* (MAAF), composta da *Royal Air Force* (RAF), *South African Air Force* (SAAF) e *United States Army Air Force* (USAAF). Quest'attività congiunta di ricognizione aerea sull'Italia dal 1943 al 1945 ha prodotto moltissime fotografie,



Fig. 2 - Risultati della georeferenziazione automatica di due blocchi di immagini e di alcuni ingombri delle strisciate, visualizzate all'interno del GIS dell'AFN.

883.005 delle quali oggi sono conservate a Roma dall'Aerofototeca Nazionale (AFN), uno dei due archivi fotografici dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD) del Ministero per i Beni e le Attività Culturali. Il fondo MAPRW dell'Aerofototeca è composto da 600.000 immagini donate dall'*American Academy in Rome* nel 1964 e da 283.005 immagini in deposito dalla *British School* a Roma a partire dal 1975. Questo patrimonio costituisce una delle più importanti raccolte di fotografie aeree della II° Guerra Mondiale in Europa e la più importante fonte di informazioni storiche in grado di documentare l'urbanizzazione del territorio italiano e le modificazioni agrarie prima della meccanizzazione agricola. Le principali caratteristiche di queste fotografie aeree del periodo bellico sono:

- ▶ il significato storico e la valenza documentale
- ▶ l'alta qualità e il livello di dettaglio (risoluzione geometrica generalmente di 1m)
- ▶ la ricchezza di informazioni associate ed associabili
- ▶ l'informazione sulle aree bombardate (ca. 1 milione di bombe sull'Italia negli anni 1943-45).

La visione

Le domande alle quali si sta tentando di rispondere includono:

- ▶ Come convertire in formato digitale e sostenibile l'enorme patrimonio fotografico?
- ▶ Come condividere al meglio questa grande quantità di dati per ricerca, studio, visualizzazione, protezione, monitoraggio, interpretazione?
- ▶ Come valorizzarli?
- ▶ Come sfruttarne i preziosi contenuti?

Alcuni progetti in passato hanno provato a dare risposte ad alcuni dei quesiti sopra riportati relativamente alle immagini aeree della WWII (per es. Furlanello et al., 2004; Nocerino et al., 2012; Marchetti et al., 2012). Tuttavia, i grandi archivi menzionati in precedenza conserva-

no ancora quantità di materiali fotografici (e relative informazioni) largamente inesplorati e difficilmente gestibili con metodi di archiviazione tradizionali. Peraltro, le fotografie aeree storiche presentano sfide conservative ed archivistiche spesso uniche e peculiari. I fotogrammi e i negativi -ove disponibili- sono infatti spesso in fragili condizioni fisiche, dovute in larga parte alla stessa genesi dei fotogrammi come documenti di rapida consultazione sul campo e non come documento pensato per i posteri. Inoltre, la loro creazione durante la guerra rende le fotografie aeree veri e propri documenti storici al pari di antichi volumi e dipinti artistici. Per questi motivi, si sta cercan-

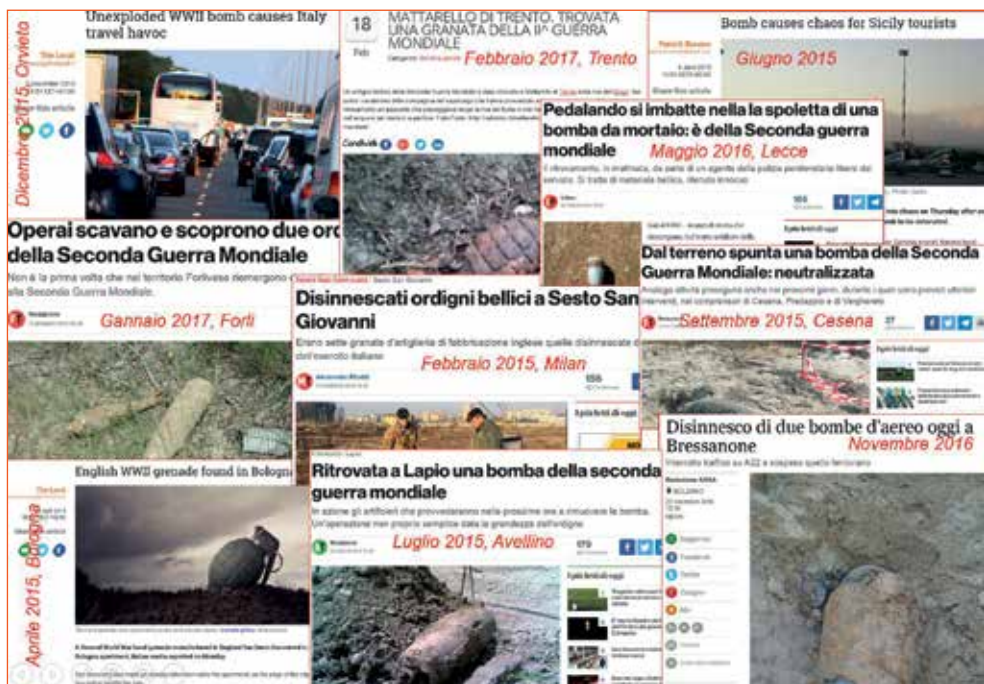


Fig. 3 - Alcune news pubblicate dai media relative alla scoperta e disinnescamento di ordigni bellici in Italia.

do di lanciare un progetto interdisciplinare al fine di:

1. **Digitalizzare** il patrimonio fotografico disponibile presso l'AFN (sono state attualmente scansionate ca 90.000 su 880.000). I fotogrammi aerei sono di norma di due formati: 24x24 cm e 18x24 cm. La loro digitalizzazione (considerando l'archiviazione e gli utilizzi successivi delle immagini) è normalmente eseguita a risoluzione di 600-1200 dpi.
2. **Georeferenziare** le immagini e i poligoni di ingombro delle strisciate aeree (Fig. 2). È probabilmente il problema maggiore: in genere non ci sono metadati, piani di volo o altre informazioni associate alle immagini ed è necessario (o indispensabile), vista la mole di dati, un approccio automatizzato. Finora la procedura è stata completamente manuale, in particolare per l'identificazione dei punti omologhi, a causa delle numerose variabili di un territorio notevolmente modificato negli ultimi 70 anni. Ad oggi, la metodologia più diffusa prevede l'uso di operatori di tipo SIFT in grado di individuare elementi simili in riprese differenti dello stesso soggetto, ma tali algoritmi producono spesso risultati insoddisfacenti a causa dei grandi cambiamenti del territorio.
3. **Condividere** i dati tramite webGIS. La pubblicazione dei fotogrammi o dei loro ingombri via internet tramite una interfaccia di facile utilizzo può dare largo accesso a tali documenti storici. Tuttavia questa operazione è strettamente collegata alle due fasi precedenti (digitalizzazione

e georeferenziazione) e alla sistematica e dettagliata archiviazione delle informazioni in database strutturati in grado di associare informazioni sensibili a coordinate geografiche o poligoni di ingombro.

4. **Analizzare** il territorio, in particolare per:
 - a. rilevare le tracce dei bombardamenti aerei, pesanti e ripetuti, che ancora oggi causano problemi quotidiani al rinvenimento di ordigni inesplosi (UXO / UXB);
 - b. studiare l'uso e i cambiamenti del territorio.

Di particolare importanza, anche ai fini della protezione civile, è il potenziale informativo dei fotogrammi aerei storici legato agli ordigni bellici inesplosi (sintetizzato dall'acronimo inglese UXO - *UneXploded Ordnance* o UXB - *UneXploded Bombs*).

Le statistiche militari del dopoguerra calcolarono più di 1 milione le bombe sganciate dagli Alleati sull'Italia nel periodo 1943-45, e di queste tra l'8% e il 10% (pari a circa 38.000 tonnellate di ordigni) non è esplosa. Ogni anno vengono individuati numerosi ordigni inesplosi (Figura 3), con ovvi disagi e pericoli per la società civile per il disinnescamento e la rimozione di materiale potenzialmente ancora pericoloso, ma molti altri sono ancora nel terreno. I segni dei bombardamenti sono chiaramente visibili e documentabili sulle fotografie storiche e le loro "impronte" possono pertanto essere trasferite sul territorio moderno come strumento di conoscenza preventivo capace di limitare o eliminare danni a distanza di tanti anni.

Le immagini aeree della guerra sono quindi essenziali per rilevare i crateri delle bombe esplose (aree di sicuro bombardamento) e i possibili punti di impatto di quelle inesplose. È quindi necessario analizzare le foto esistenti, rilevando le aree di impatto e analizzandone il contenuto. Il Ministero della Difesa ha vari strumenti a disposizione per l'individuazione delle aree interessate, ma la documentazione aerea degli alleati, che costituisce una base certa di conoscenza, non è mai stata considerata nel suo insieme a livello nazionale, ma solo su piccole aree o province.

L'uso di algoritmi supervisionati (*machine learning*) ha sempre dato risultati interessanti (Fig. 4), anche se fortemente legati al *training-set* a disposizione. Si stanno ora testando vari metodi e librerie (Tensor Flow, CNN, Boosting, ecc.) al fine di migliorare l'apprendimento automatico, renderlo più affidabile e applicabile su scala nazionale. Il nostro obiettivo al momento consiste nel creare una casistica completa dell'aspetto di ogni possibile cratere, in rapporto all'ordigno caduto. Una volta rilevati i casi più comuni e diffusi, la sfida si sposterà sul come distinguere ordigni esplosi dagli inesplosi.

Obiettivo ultimo sarebbe quindi quello di giungere alla definizione di un metodo completamente automatizzato basato su un *training-set* attendibile. Tale attività richiede comunque tempi considerevoli, considerata anche la mancanza attuale di riscontri puntuali sul terreno e la difficoltà di testare una per una le presenze di potenziali ordigni inesplosi sul terreno (*ground-truthing*).



Fig. 4 - Risultati dell'identificazione supervisionata (*machine learning*) di crateri di bomba in immagini aeree (sinistra). Crateri di bomba identificati in un'immagine storica a confronto con un'immagine attuale (destra).

Conclusioni e lavori futuri

Le foto aeree della Seconda Guerra Mondiale conservate presso l'Aerofototeca Nazionale sono una grande risorsa per la protezione civile e l'analisi del paesaggio. È necessario pianificare la conservazione, la condivisione e la valorizzazione di questo incredibile patrimonio per molti aspetti ancora sottovalutati e sottovalutati.

Le attività si devono concentrare su una diffusione a livello nazionale attraverso una piattaforma webGIS (in via di pubblicazione), il tracciamento digitale delle aree bombardate, la realizzazione di mappe di rischio UXO nelle aree urbane e vicino ai siti archeologici, ecc.

I metodi di *machine learning* stanno fornendo risultati interessanti ma richiedono un approccio critico e grandi set di dati per l'addestramento e l'impiego a scala nazionale: è quindi necessario un team interdisciplinare e un approccio sistematico che porti avanti il progetto in tempi e quantità significative (ad oggi solo il 10% delle foto analogiche è digitalizzato e pubblicato).

BIBLIOGRAFIA

- Cantoro, G., 2015: *Aerial photogrammetry: when archaeology meets SIFT*. In Ivanišević, Veljanovski, Cowley, Kiarzys & Bugarski (Eds.), *Recovering Lost Landscapes*, Belgrade, pp.117-128.
- Censimento delle raccolte e degli archivi fotografici in Italia: <http://www.censimento.fotografia.italia.it/>
- Furlanello, C., Merler, S., Menegon, S., Paoli, E., Fontanari, S., 2004: *Mapping the Risk of Unexploded Bombs from World War Two*. Italian GRASS users meeting proceedings, Geomatics Workbooks, pp. 1-2.
- Marchetti, A., Shepherd, E.J., Cosci, F., 2012: *Geomemories: un punto di raccolta e pubblicazione dei dati storico geografici*. Proc. Workshop Opening the Past. Archaeological Open Data.
- Nocerino, E., Menna, F., Remondino, F., 2012: *Multi-temporal analysis of landscapes and urban areas*. Int. Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. 39(4), pp. 85-90.
- Shepherd, E., J., Palazzi, D. S., Leone, G., Mavica, M., 2012: *La collezione c.d. USAAF dell'Aerofototeca Nazionale*, *Archeologia Aerea* 6, 2012, pp. 16-32.
- Shepherd, E.J., 2015: *Le foto aeree della II guerra mondiale conservate in Aerofototeca Nazionale e il loro potenziale informativo per la sicurezza nazionale*. *Bollettino di Archeologia*, VI, 2015/1, 111-130.
- Shepherd, E.J., 2016: *Mapping unexploded ordnance in Italy: the role of World War II aerial photographs*. In B. Stichelbaut, D. Cowley (Eds), *Conflict Landscapes and Archaeology from Above*, Ashgate, pp. 205-217.

ABSTRACT

WWII aerial photo reconnaissance played a decisive role in the success of the Allied campaigns in Europe. Repeated aerial surveys provided information to monitor enemy lines, identify targets, plan attacks and assess damages inflicted by aerial bombing. Reconnaissance activity in the 1943-45 Italian campaign produced an awesome number of aerials, 883,005 of whom are kept today by ICCD-Aerofototeca Nazionale (AFN) in Rome. The often massive scale of bombing has left a lasting legacy across the landscape, as is shown by the problems in dealing with unexploded ordnance (UXO), still retrieved on a nearly daily basis. The AFN collection is a powerful, though still underdeveloped record of the landscape of wartime Italy and is essential for the plotting of UXO hazard maps. The article focuses on the main steps to be taken in order to exploit and share it.

PAROLE CHIAVE

FOTOGRAFIE AEREE, WWII, MACHINE LEARNING, WEBGIS, UXO

AUTORE

ELIZABETH JANE SHEPHERD
 ELIZABETHJANE.SHEPHERD@BENICULTURALI.IT,
 AEROFOTOTECA NAZIONALE (AFN), ICCD, ROMA
 WEB: [HTTP://WWW.ICCD.BENICULTURALI.IT/INDEX.PHP?IT/98/AEROFOTOTECA-NAZIONALE](http://www.iccd.beniculturali.it/index.php?it/98/aerofototeca-nazionale)

GIANLUCA CANTORO
 GIANLUCA.CANTORO@GMAIL.COM
 INSTITUTE FOR MEDITERRANEAN STUDIES, FOUNDATION FOR RESEARCH AND TECHNOLOGY (FORTH), GRECIA

FABIO REMONDINO
 REMONDINO@FBK.EU
 3D OPTICAL METROLOGY UNIT, FONDAZIONE BRUNO KESSLER, TRENTO
 WEB: [HTTP://3DOM.FBK.EU](http://3DOM.FBK.EU)