

Zeitschrift:	Bollettino dell'Associazione archeologica ticinese
Herausgeber:	Associazione archeologica ticinese
Band:	3 (1989)
Artikel:	Metodo di rilevamento a distanza di informazioni archeologiche su edifici storici da postazione di superficie
Autor:	Brooke, C.J.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-320308

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Metodo di rilevamento a distanza di informazioni archeologiche su edifici storici da postazione di superficie.

C.J. Brooke, Facoltà di Archeologia dell'Università di Nottingham, (GB)

Compendio

Lo studio archeologico di edifici esistenti è spesso legato alla necessità di esaminare superfici nascoste ed alla perdita d'informazioni subita dagli oggetti, dovuta all'azione delle intemperie e del decadimento. Non sempre si può ricorrere a esaminare l'edificio in modo «distruttivo», o a rimuoverne degli infissi per esaminarli in laboratorio. Le ricerche sulle tecniche di rilievo a distanza da terra hanno dato risultati promettenti nella indagine «*in situ*» di edifici storici e dei loro infissi. Anche per il rilievo di siti archeologici in fase di scavo sono già state impiegate tecniche del genere. Il presente articolo tratta i problemi e le metodologie impiegate finora.

1. Introduzione

I metodi convenzionali usati dagli archeologi e dagli architetti per esaminare gli edifici storici si basano su tecniche visive o «distruttive»; vale a dire, su disturbi fisici dell'edificio. È risaputo che un semplice esame visivo spesso non basta a fornire una comprensione dettagliata dell'edificio in questione (*Rodwell 1981*) e che molte informazioni possono essere mal interpretate, o mancare del tutto, senza un rilievo adeguato (*Rodwell & Rodwell 1977, Rodwell 1981, Morris 1983*). In molti edifici storici (per esempio, in chiese consacrate e in case private) non è possibile svolgere esami «distruttivi». Il rilievo visuale, con tutti i suoi limiti, è spesso l'unica possibilità.

L'archeologo incontra le maggiori difficoltà negli edifici storici minacciati da riconversioni, demolizione o decadimento dove si disponga di breve tempo per svolgere e documentare il rilevamento. Nel Regno Unito, come si sa, mancano spesso sia il tempo, sia i mezzi finanziari per svolgere tali indagini (*Morris 1978, Rodwell & Rodwell 1977*) e si sente dunque una vera necessità di una serie di tecniche per la raccolta d'informazioni, economiche, rapide e non distruttive, applicabili a qualsiasi tipo di edificio storico.

Vale la pena di ricordare che il fisico francese D.F. Arago proponeva già nel 1858 di applicare la tecnica fotografica in archeologia (*Deuel 1969*). Tuttavia, l'applicazione del rilevamento a distanza ai problemi archeologici si è limitata per lo più alle convenzionali tecniche di fotografia aerea e ad alcuni esperimenti nell'uso di metodi, ben collaudati, d'immagine multi-spettrale (*Standberg 1967, Gummerman & Lyons 1971, Lillesand & Kiefer 1979*). L'utilità di avanzati sistemi di rilievo aerei impiegati in archeologia è apparsa solo di recente (*Wells et al. 1981, Breed 1983*). L'applicazione di tecniche di rilievo a distanza da postazioni di superficie nello studio di edifici storici ha avuto scarsa attenzione ed ha prodotto pochi risultati finora pubblicati (*Brooke 1986*); le maggiori applicazioni sono avvenute nell'ambito della conservazione e del restauro (p. es. *Hum-hartley 1978, Fidler 1980*).

2. La natura delle testimonianze

Nei vecchi edifici si presentano molte testimonianze che possono causare all'archeologo problemi di rile-

vamento, sia perché non è possibile discernerle a occhio nudo, sia perché i metodi di rilievo convenzionali si rivelano inappropriati o troppo costosi. Distinguiamo tre diverse categorie di tali testimonianze:

a) Quelle completamente nascoste. Per esempio, le pitture murali coperte di calcina o d'intonaci; passaggi di porte, finestre, sostegni di volte, scale, nicchie ed altri particolari costruttivi sigillati nel fabbricato.

b) Quelle che l'occhio nudo non può discernere. Per esempio, scritte e pitture murali sbiadite; iscrizioni incise illeggibili; differenze di tipo di vetratura e relativa analisi «*in situ*», l'isolazione semplificata e disgiuntiva dell'area del complesso; le varie fasi costruttive.

c) Quelle che si potrebbero definire «strutturali». Per esempio, il tipo e lo stato del riempimento dei muri; le aree danneggiate dei muri; i tetti e le fondazioni; la scoperta di umidità e di movimenti.

Una ricerca completa, comprendente investimenti di tempo e denaro, eseguita con tecniche di rilievo «distruttive», rivelerebbe gran parte di queste testimonianze. Però, ci sono dei particolari che anche un'accurata ricerca fatta con metodi convenzionali non potrebbe assolutamente svelare, per il semplice motivo che l'occhio non è in grado di riconoscerli. Tuttavia, servendosi di una serie di tecniche di rilevamento a distanza da terra diventa possibile esplorare superfici abbastanza grandi di edifici e di scoprire fattezze di ognuno dei tre tipi sopra elencati. L'efficacia del sistema non si limita a scoprire tali fattezze, potendo fornire anche ulteriori informazioni relative all'estensione, la natura o lo scopo della fattezza in questione (p. es. *Brooke 1986*).

3. Le tecniche

Tutti i sistemi conosciuti, creati per il rilevamento a distanza, dall'alto e dallo spazio, sono applicabili – fino a un certo punto – al rilevamento da terra di edifici storici e di siti archeologici. Per motivi dovuti alla natura degli obiettivi prefissati, ai fattori ambientali e alle necessità dell'interprete e dell'operatore, è stata tuttavia preferita l'immagine di tipo fotografico. Gli attuali metodi dello scrivente comprendono anche la presa d'immagini termiche all'infrarosso, e che altrove hanno già raggiunto risultati promettenti (*Cramer 1977, Miura 1984*).

L'impiego di tecniche d'immagine fotografica permette di ottenere risoluzioni molto alte (da 100 a 600 linee per mm), nella maggior parte delle applicazioni. Ciò è essenziale per l'esame di superfici molto complesse di edifici o di particolari costruttivi, dove i minimi dettagli sono importanti per l'interpretazione (p. es. nell'localizzare pitture murali nascoste o nel leggere iscrizioni erose).

Sono stati eseguiti lavori sperimentali con una vasta gamma di pellicole a base di gelatina d'argento, ognuna delle quali è stata scelta secondo le sue proprietà di contrasto (area selettiva Gamma e indice generale), la sua sensibilità spettrale (sulla banda scalare e su quella

assoluta), la sua risoluzione o reazione. Le condizioni di trattamento sono state migliorate sperimentalmente impiegando procedure commerciali e formulate (p. es. effetti fotochimici, foto-ottici e fisici), al fine di raggiungere i migliori risultati nelle specifiche applicazioni.

I principali metodi della rappresentazione fotografica da terra comprendono:

(I) la produzione di immagini multispettrali e di separazione di banda nelle zone visibili e in quelle attiniche quasi visibili dello spettro elettromagnetico ($\approx 320-900$ nm):

(II) i sistemi d'illuminazione interattivi con spostamento angolare, comprendenti (a) le vedute dentro e fuori nadir adoperando tecniche d'illuminazione rinforzatrici del contrasto (CEI), (b) una sorgente puntiforme di luce d'illuminazione delle grandi superfici da indagare (WWF), (d) la registrazione dell'effetto di saturazione (MASS) (con coerente illuminazione), (e) la registrazione stereo-fotografica;

(III) i metodi di risalto dopo il trattamento, comprendenti la separazione della equidensità, la conversione della pseudoequidensità, l'estensione del contrasto e le tecniche del colore falsato.

4. Sommario dei risultati sperimentali

L'area d'intervento eletta per lo sviluppo e il collaudo delle tecniche di rilevamento a distanza con base a terra comprende una zona di 900 km^2 , nel Nottinghamshire e nel Lincolnshire, in Inghilterra. Le 120 chiese di questo territorio, tutte costruite precedentemente al 1900, formando il campo di ricerca sperimentale. Inoltre, altri siti selezionati d'importanza nazionale figurano nel programma di ricerca (p. es. Brooke 1983, 1984a). Gli edifici religiosi sono ricchi di potenziali informazioni archeologiche invisibili ad occhio nudo e vanno spesso soggetti a interventi distruttivi. Come tali, questi siti offrono una considerevole gamma di condizioni ambientali, materiali e strutturali, oltre a presentare grandi complessività di ricerca (Rodwell 1981).

4.1. L'esaltazione delle anomalie di muri «faccia a vista».

La maggioranza degli obiettivi del presente lavoro era costituita da aree complesse di murature esterne che erano state sottoposte a rifacimenti o altre alterazioni. Tutti i siti presentavano situazioni molto complesse, per cui, normalmente, la comprensione del tessuto costruttivo avrebbe potuto essere ottenuta mediante un lavoro dettagliato e meticoloso di disegno, pietra per pietra, di tutta la superficie, completato dalla analisi geologica e chimica dei materiali. Questi procedimenti sono molto costosi e lunghi e sono raramente applicabili alla ricerca archeologica. È un fatto riconosciuto che la registrazione fotogrammetrica convenzionale può rendere ottimi servizi nella rappresentazione degli elevati (Rodwell 1981, Smith 1985) permettendo economie di tempo e di spese. Tuttavia, i metodi fotogrammetrici e quelli fotografici rettificati non sono in grado

di rivelare informazioni geologiche o chimiche, che sono essenziali per certi tipi di aperture murate e di altre alterazioni i cui giunti siano stati accuratamente nasconduti.

Le tecniche di rilevamento a distanza ricorrono all'immagine multispettrale congiunta a metodi di separazione della equidensità, in modo da fornire elementi geologici caratterizzanti che - in seguito - potranno essere interpretati a fronte di un'immagine normale di confronto, oppure direttamente sul campo di ricerca. L'acquisizione dell'informazione fotografica primaria coinvolge parametri simili a quelli dell'indagine aerea convenzionale (Matthews 1985), ma permette maggiore flessibilità in fatto di durata dell'esposizione, del tipo di pellicola, del controllo della filtratura e della luce. La conversione della equidensità si affida a tecniche fotochimiche in modo da conservare l'altissima risoluzione dei dati delle immagini originali (Lau & Krug 1968, Ranz & Schneider 1971, Nielsen 1972), essenziale per l'interpretazione accurata di strutture murarie complesse e multifasi. (Barnett & Harnett 1974, Best & Smith 1978).

Gli esperimenti sul campo hanno dimostrato che queste tecniche sono utili nell'interpretazione di strutture alterate e semidistrutte, all'interno di fabbricati. I risultati più utili sono stati ottenuti a partire da immagini qualitative di equidensità derivate da separazioni di banda, che permettono il rilevamento di lavori di ricostruzione o eseguiti in varie fasi.

4.2. Localizzazione di anomalie di superficie

Una gran parte degli edifici storici presenta pareti interne ricoperte di intonaci a base di calce o di cemento che offuscano i dettagli delle strutture vicine alle pitture murali e (nelle chiese) addirittura possono nasconderle.

L'archeologo non può semplicemente togliere l'intonaco dato che esso è parte integrante dell'edificio e, comunque un'operazione lunga e costosa (Rodwell & Rodwell 1976).

La soluzione adottata, del rilevamento a distanza, è consistita nello sviluppo di varie tecniche di evidenziazione della superficie esistente tramite diverse tecniche d'illuminazione controllata (CEI) congiunta a vari livelli di contrastazione nella ripresa dell'immagine. Diventa così possibile registrare lievissime inconformità relative alle anomalie di superficie, comprendenti le pitture murali e le iscrizioni. L'impiego di riprese stereo-fotografiche e stereo-fotogrammetriche aiuta ulteriormente l'interpretazione delle anomalie complesse.

Gli esperimenti sul campo hanno rivelato un gran numero di strutture oscurate dall'intonaco o dal rinzaffo: antiche aperture di porte e di finestre ed altre strutture modificate. Con le immagini ad alta risoluzione (<100 linee/mm) sono state localizzate pitture murali sotto strati di calcina e sono state penetrate delle superfici di pittura per mettere in maggior evidenza visiva l'esaltazione dei testi.

4.3. L'esaltazione delle pitture murali sbiadite

Ci sono molte pitture murali medievali o posteriori che sono state oggetto di sbiadimento naturale o di tentativi deliberati di distruzione. Ciò che rimane è un'immagine offuscata della cui scena originale sono riconoscibili alcuni elementi (macchie di colori, dettagli di contorni o alcune parole scompagnate di un testo).

L'esaltazione a distanza del contrasto delle immagini con l'ausilio di materiali ad alta risoluzione è stata di grande aiuto per visualizzare obiettivi di poca visibilità; pur ammettendo che esiste una gamma di contrasto ($y \approx 1.5 - 2.9$) al di fuori della quale vi è una perdita d'informazione. Normalmente si può ottenere una maggior resa d'informazione applicando una illuminazione a fluorescenza UV di grande potenza insieme ad un trattamento fotochimico modificato della pellicola (*vedi foto 1*). Con questi metodi si possono esaminare delle superfici relativamente grandi di pitture murali (circa 5 m²), anche se la maggior parte degli operatori si è finora limitata a usare sorgenti di bassa potenza per l'esame di piccole pitture e oggetti (*p. es. Eastman-Kodak 1974, Rutherford 1977*).

Gli esperimenti pratici hanno prodotto sia l'esaltazione delle pitture sbiadite, sia informazioni relative al tipo di pigmento e a ogni trattamento conservativo applicato precedentemente. Esistono alcune difficoltà tecniche relative alle condizioni dell'ambiente di lavoro (che deve essere completamente buio) e al rapporto segnale-rumore nell'immagine finale (i materiali correnti di rivelazione di classe 1) (alta entrata di segnale/rumore) possiedono una risoluzione di ≈ 50 linee/mm con valori diffusi di granularità RMS di $\approx 20 - 30$ a TOC 1000:1). Comunque, il valore generale dei risultati bilancia oltremodo i problemi tecnici.

4.4. L'esaltazione di iscrizioni erose

Gli oggetti di pietra che sono stati incisi, sia a scopo di decorazione, sia d'iscrizione, lasciati all'aperto, sono inevitabilmente soggetti ad una certa erosione. Gli archeologi sono confrontati col problema d'interpretare gli oggetti visibili (spesso si tratta di pietre tombali, di croci e di lapidi alla memoria) e di leggere ogni iscrizione che possa esservi.

Ovviamente, se la superficie è erosa tanto profondamente da essere ridotta al di sotto del livello dell'iscrizione originale, non sarà mai più possibile recuperare tale informazione. Ma, se l'erosione non è arrivata a tale profondità, rimarranno alcune tracce di disegno, anche se non apparenti (o non leggibili) a occhio nudo.

L'esame sensitivo a distanza di tali oggetti deteriorati dalle intemperie richiede metodi di esaltazione del contrasto e dell'illuminazione (*vedi foto 2*). Le tecniche tradizionali a luce radente si sono rivelate generatrici di effetti-rumore nelle immagini (*Brooke 1984b*), i quali sono probabilmente la causa delle difficoltà che alcuni operatori hanno incontrato cercando di leggere delle iscrizioni fortemente erose (*R. Cramp, comunicazioni personali*). Per esaltare con successo le superfici deteriorate con l'uso di metodi di saturazione (MASS) e

correlati, è richiesto il controllo totale dell'illuminazione e dei fattori di compensazione dei fattori delle condizioni ambientali. Si stanno attualmente facendo dei progressi nel miglioramento della risoluzione spaziale nell'immagine finale impiegando fonti d'illuminazione adatte (LASP) e metodi fotochimici migliorati.

4.5. L'esame di vetrare colorate e dipinte

(capitolo omesso)

4.6. L'applicazione del rilevamento a distanza con base a terra ai problemi archeologici diversi dall'indagine di edifici

Le tecniche sopra descritte sono state impiegate anche nello studio di siti archeologici in corso di scavo, al fine di localizzare e mettere in rilievo delle strutture durante il processo di scavo nel terreno.

La maggior parte del lavoro di rilevamento è stata svolta da piattaforme sopraelevate (in genere situate da 7 a 20 metri sopra il suolo) e si è avvalsa della gamma completa di tecniche fotografiche a immagine multispettrale. Le successive esaltazioni si sono avvalse dell'estensione del contrasto e della separazione delle equidensità.

Nel corso delle campagne di scavo 1984/85 in una necropoli anglosassone di Sutton Hoo, nel Suffolk, Inghilterra, la maggior parte degli esperimenti ha potuto dare notevole risalto a strutture poco visibili. Inoltre, furono scoperte certe strutture non visibili, né a occhio nudo, né sulle fotografie di riferimento, dimostrando che le tecniche multispettrali costituiscono l'unico metodo possibile di rivelare determinate strutture in fase di scavo. (*M. Carver, comunicazioni personali*).

5. Conclusioni

Si è dunque inventata e perfezionata una grande varietà di tecniche di rilevamento a distanza, con base a terra, per il ritrovamento di informazioni in edifici storici e negli scavi.

In seguito alla grande diversità di strutture archeologiche viste e alla natura dei siti e degli scopi, si è dovuto produrre una vasta gamma di metodologie, ognuna con le proprie varianti operative. Parecchi di questi metodi sono nel frattempo entrati nella «routine» dell'esame di problemi specifici, e ne sono stati formulati i criteri di guida.

Il successo ottenuto dalla maggior parte degli esperimenti pratici ha dimostrato che le tecniche impiegate sono da considerarsi qualcosa di più di una semplice apprezzabile aggiunta ai metodi di ripresa convenzionali, in quanto, in determinati casi, offrono la possibilità di catturare informazioni non registrabili in altro modo.

L'attuale livello dei problemi legati alla perdita d'informazioni archeologiche, soprattutto negli edifici storici, e la carenza di finanziamenti per lo svolgimento dei lavori di rilevamento crea serie difficoltà. Il rilevamento a distanza con base di superficie permette un'indagine relativamente economica e rapida e il ricupero di informazioni altrimenti perse. Le tecniche descritte sono

veramente «non distruttive» e possono essere impiegate nell'indagine di edifici tuttora in uso.

Sono in atto studi che coinvolgono i risultati degli esperimenti e lo sviluppo di ulteriori metodi d'indagine.

Ringraziamenti

La presente ricerca ha avuto l'appoggio della **Robert Kiln Trust** e della **Kodak (U. K.) Ltd.** Ringraziamo il **Concilio per la manutenzione delle Chiese** e la **Land Infrared Ltd**, ambedue per le attrezzature messe a disposizione.

Foto 1



Esaltazione di una pittura murale sbiadita.

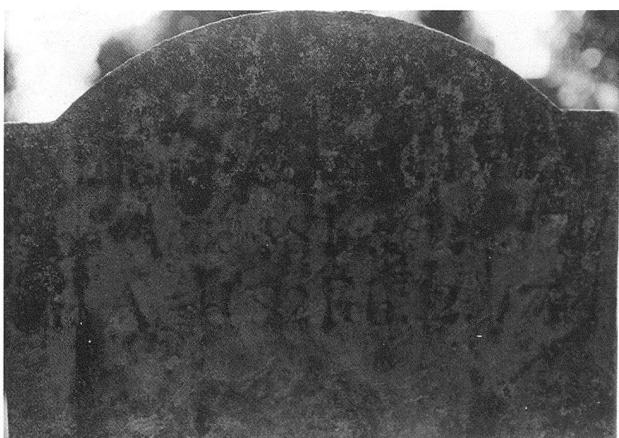
(a) Ripresa convenzionale in bianco e nero di una pittura murale del 18/19 secolo (?) nella cappella di Upton, Nottinghamshire.

L'oggetto è in pessime condizioni e i dettagli sono difficilmente determinabili.



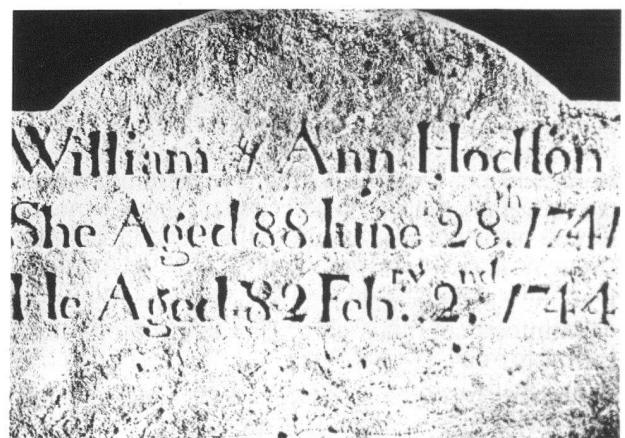
(b) L'immagine a luce fluorescente rivela considerevoli dettagli dell'area dipinta.

Foto 2



Lettura di iscrizioni illeggibili.

(a) Fotografia convenzionale di documentazione della lapide tombale = G2 nella chiesa di Bilsthorpe, Nottinghamshire. La maggior parte della iscrizione è illegibile a occhio nudo.



(b) Immagine ottenuta con l'impiego della Profilatura al Laser della Superficie (LASP) che permette la completa decifrazione della scritta.