

Tecniche geomatiche applicate alla ricerca archeologica in ambienti desertici: il caso della Missione Archeologica Italiana nell'Oasi di Farafra (Egitto)

Barbara E. Barich (*), Mattia G. Crespi (**), Ulisse Fagiani (**), Giulio Lucarini (*)

(*) Dipartimento Scienze Storiche, Archeologiche e Antropologiche dell'Antichità, Facoltà di Scienze Umanistiche, "Sapienza" Università di Roma, barich@rmcisadu.lett.uniroma1.it, giulio.lucarini@gmail.com

(**) Area di Geodesia e Geomatica, DITS, Facoltà di Ingegneria, "Sapienza" Università di Roma, mattia.crespi@uniroma1.it, ulisse.fabiani@uniroma1.it

Riassunto

Negli ultimi venti anni l'attività di varie progetti di ricerca internazionali ha evidenziato l'importanza del Deserto Occidentale Egiziano quale sede di un importante fenomeno di occupazione umana nel corso dell'Olocene. Queste ricerche hanno messo in rilievo l'apporto di questa regione nello sviluppo delle successive culture predinastiche stanziato lungo la Valle del Nilo, sottolineando l'importanza del contributo africano nella formazione della cultura egizia.

La Missione Archeologica dell'Università di Roma "Sapienza", ha iniziato ad operare nell'Oasi di Farafra nel 1987, offrendo importanti contributi alla tematica della ricostruzione degli sviluppi culturali dell'oasi nel corso dell'Olocene. La missione si è contraddistinta da sempre per un forte carattere multidisciplinare. Dal 2006 la missione ha avviato una collaborazione con l'Area di Geodesia e Geomatica, Dipartimento di Idraulica Trasporti e Strade della Facoltà di Ingegneria dell'Università "Sapienza" di Roma. Lo scopo è duplice: da un lato supportare la missione sia per la pianificazione delle campagne future che per l'inquadramento di ogni sito già individuato e studiato in forma metricamente corretta, dall'altro di evidenziare le potenzialità della strumentazione geomatica di alta precisione (GPS/GNSS) e l'effettiva usabilità delle immagini satellitari ad alta risoluzione in abbinamento con Modelli Digitali del Terreno e della Superficie (DEM e DSM) per la ricostruzione di vaste zone.

Abstract

Since the initial phases of research in Egypt, Sudan and Libya, the reconstruction of the cultural sequences have been carried out with multidisciplinary methods, using the latest field research techniques. In particular, over the years it has become necessary to intensively use high precision instruments in parallel to the application of methods for landscape investigation that can be used over large distances, also in consideration of the enormous extent of the areas given in concession by the local governments (for Egypt alone the area is more than 10000km²). The application of geomatic techniques, which fall into the research area of the Area of Geodetics and Geomatics, is particularly important for archaeological research which uses investigative models over large areas but also increasingly requires the support of innovative methodologies and diversified approaches according to the level on which work is carried out (definition of the research area, detailed survey of structures, extremely accurate definition of site location, etc.).

Introduzione

La zona di indagine della Missione Archeologica Italiana nell'Oasi di Farafra (Egitto) è quella della depressione dell'oasi di Farafra, localizzata nel Deserto Occidentale Egiziano (Figura 1), la vasta area desertica che rappresenta la propaggine più orientale del Sahara.

All'interno della grande depressione dell'Oasi di Farafra che si estende per circa 90 km da Est a Ovest e 200 km da Nord a Sud, la vasta area in concessione alla Missione Archeologica Italiana ricopre un'estensione di oltre 10000 km², la cui indagine, da sempre, viene necessariamente articolata in due distinte fasi: una di ricognizione del territorio e una di analisi e scavo dei siti archeologici rinvenuti.



Figura 1. Carta generale dell'Egitto. Evidenziata l'oasi di Farafra e quella di Ain Dalla



Figura 2. Carta generale della valle dello Wadi el Obeiyid

L'intervento dell'Area di Geodesia e Geomatica dell'Università di Roma "Sapienza" che dal 2006 collabora con la Missione Archeologica Italiana è stato pertanto anch'esso articolato su 2 livelli: il primo prevede l'utilizzo anche futuro di tecniche e prodotti utili alla mappatura dell'intero territorio o di sue significative porzioni (immagini satellitari a media ed alta risoluzione, immagini aeree, produzione di cartografia, utilizzo GPS), il secondo l'utilizzo di fotogrammetria terrestre, rilievi GPS e stazione totale, individuando soluzioni "ad hoc" per le diverse necessità del rilievo archeologico a grande e grandissima scala (1:200-1:20).

In questo caso poi, l'intervento dell'Area di Geodesia e Geomatica non è stato soltanto quello di rilevare in maniera accurata e rapida evidenze archeologiche in un ambiente fortemente sfavorevole per le condizioni logistico - ambientali, ma anche quello di definire una sorta di "manuale di intervento" per i futuri lavori di rilievo e documentazione da un punto di vista geometrico degli elementi di interesse. Questa operazione ha avuto lo scopo di offrire un riferimento per la standardizzazione degli elaborati oggetto di consegna da parte dei professionisti, suddividendoli in classi e definendo per ciascuna di esse la qualità metrica necessaria agli scopi archeologici.

Da un punto di vista storico, il Deserto Occidentale sperimentò un lungo e aspro periodo di aridità nel Pleistocene Superiore, che terminò solo con il ritorno dell'umidità agli inizi dell'Olocene, circa 10.000 anni dal presente. Fu allora che queste aree rimaste a lungo spopolate furono nuovamente percorse da gruppi di cacciatori-raccoglitori che si appoggiavano a una relativamente fitta rete di piccoli e medi bacini idrici a carattere effimero (alimentati solo dalle precipitazioni). Nel corso dell'Olocene, grazie anche ad un clima piuttosto favorevole, garantito, a partire dall'8000 *before present* circa, da una doppia stagione di piogge grazie alla convergenza del fronte monsonico meridionale che portava piogge estive e delle piogge invernali provenienti da nord, tipiche dell'area mediterranea, si assiste ad graduale passaggio dal nomadismo ad un costume di vita maggiormente sedentario ed una economia ad ampio spettro basata sullo sfruttamento delle specie botaniche spontanee, sull'allevamento di animali di piccola taglia (caprini) e sulla caccia.

Questo comportò anche il sorgere di veri e propri abitati a carattere semi-sedentario. Nella depressione di Farafra questa situazione è ampiamente illustrata dai nuclei di abitato riconosciuti nel margine settentrionale dell'oasi (Barich e Lucarini 2008) ed in particolare nell'area della valle dello *Wadi el Obeiyid* con l'individuazione di antichi bacini di acqua e numerosi siti archeologici, tra cui due estesi villaggi (*Hidden Valley* e *Sheikh el Obeiyid*); quest'ultimo è stato oggetto di lavoro durante le ultime campagne di scavo e rilevato per via fotogrammetrica interamente dall'Area di Geodesia e Geomatica, tra dicembre 2008 e gennaio 2009).

In quest'area si è concentrato l'attenzione dell'Area di Geodesia e Geomatica, attraverso un intervento multiscala, distinte in tre fasi.

Una prima fase volta ad inquadrare da un punto di vista cartografico la zona interessata dalle ultime campagne di lavoro sul campo (*Wadi el Obeiyid*), tramite la realizzazione di una carta a piccola scala (1:100000), la realizzazione di Modelli Digitali del Terreno (DEMs) e di vecchie carte militari. Una seconda fase condotta direttamente sul campo, con rilievi GPS e fotogrammetrici di precisione nel corso della campagna di scavo dicembre 2008-gennaio 2009.

La terza ed ultima fase ha comportato la post-elaborazione dei dati raccolti sul terreno (fotopiano in alta risoluzione del villaggio di *Sheikh el Obeiyid*, elaborazione di misure GPS) e la ristrutturazione di un GIS esistente, con l'inserimento di tutti i dati raccolti nella campagna di scavo del 2008 e di quelle precedenti, secondo alcune linee guida generali, da seguire anche nella futura raccolta ed organizzazione di dati sul terreno così da renderli facilmente inseribili nel GIS.

La cartografia generale ed i DEMs della valle del *Wadi el Obeiyid*

Dopo diverse campagne di scavo nella zona, data la sola disponibilità di cartografia sovietica a piccola scala (sono state acquisite carte a scala 1:500000, 1:200000 ed 1:100000), il primo lavoro (2006) dell'Area di Geodesia e Geomatica è stato mirato alla realizzazione di una cartografia aggiornata dell'intera zona di indagine utilizzando immagini satellitari a media risoluzione (15m) dello *Wadi el Obeiyid* (**Figura 2**).

Lo *Wadi el Obeiyid* è una grande vallata localizzata nel margine settentrionale della depressione di Farafra, compreso tra due grandi rilievi, il Plateau settentrionale e il *Quss-Abu-Said* a sud. La zona attualmente è una grande distesa sabbiosa caratterizzata dalla presenza di numerosi affioramenti di calcare marnoso e resti di *playa*, resti di fanghi fossili, testimonianze di antichi bacini dove le acque tendevano a concentrarsi soprattutto nei momenti di maggiore umidità.

All'osservazione dell'immagine da satellite, la colorazione biancastra dei bacini di *playa* risalta fortemente rispetto alla sabbia circostante nelle immagini satellitari permettendo una prima individuazione delle zone più probabili dove poteva trovarsi l'acqua.

La cartografia è stata realizzata a partire da una immagine satellitare pancromatica (banda 8) acquisita dal sensore ETM+ (15 m x 15 m) montato sul satellite LANDSAT 7 (<http://eros.usgs.gov/products/satellite/landsat7.php>) e da 2 immagini satellitari dal sensore ASTER (bande B1 e B2) montato sul satellite TERRA (pixel a terra: 15 m x 15 m) (http://asterweb.jpl.nasa.gov/data_products.asp).

Le immagini sono state integrate con un DEM a 30 metri prodotto utilizzando 2 diversi DEMs, l'SRTM (DEM globale a 3"x3", circa 75x90 metri) (<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>) e 2 mattonelle di ASTER DEMs relative alle 2 immagini già utilizzate (in questo caso il DEM è prodotto per via semiautomatica a partire dalle bande 3N e 3B, senza l'ausilio di GCPs. Nel DEM finale sono state integrate le curve di livello digitalizzate di carte topografiche militari sovietiche della fine degli anni '70 a piccola scala (1:100000 e 1:200000).

Per la calibrazione e l'uniformazione del dato altimetrico si è fatto riferimento al modello di geoida allora più recente (2006), ovvero l'EGM96 (<http://cddis.nasa.gov/926/egm96/contents.html>)

L'analisi della cartografia, del DEM e delle curve di livello hanno fornito spunti per diverse osservazioni, di carattere topografico e archeologico (**Figura3**).

In particolare l'analisi dei DEMs unitamente alle conoscenze già acquisite ha permesso di ipotizzare l'esistenza di varie zone insediative che potranno essere oggetto di indagini archeologiche future. La valle dello *Wadi el Obeiyid* presenta un andamento NE-SO ed ha una estensione complessiva di circa 45km x 12km (nel punto di massima ampiezza); l'imbocco nord-orientale è decisamente più stretto di quello sud-occidentale (5km rispetto a 12km), che è caratterizzato da una serie di rilievi più o meno continui che chiudono la valle e la separano dal *Great Sand Sea* (la vasta area completamente sabbiosa del Deserto Occidentale).

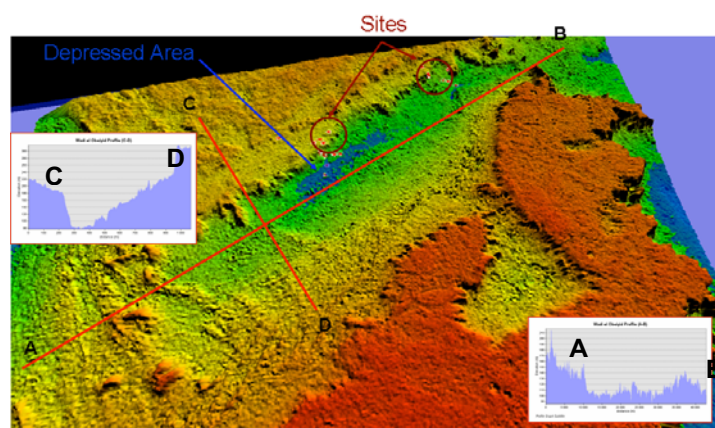


Figura 3. DEM del corso dello *Wadi el Obeiyid*. In blu le zone caratterizzate da minore elevazione.

I profili NE-SO e N-S mostrano che lo *Wadi el Obeiyid* si presenti come una sorta di grande bacino, che sembra, anche in virtù di questa sua forma, prestarsi bene alla conservazione dell'acqua. In particolare l'andamento delle curve di livello mette in evidenza un'area circoscritta (15 km x 3 km) particolarmente depressa, localizzata nella zona nord-orientale dello wadi, immediatamente a ridosso della base del Plateau Settentrionale, in cui non a caso sono stati rinvenute le tracce più significative di insediamenti umani, in particolare nelle due macro aree di *Hidden Valley - El Bahr* e *Sheikh - Bir el Obeiyid*.

D'altra parte il lato settentrionale della vallata è quello più adatto a ospitare accampamenti. La zona prossima al versante settentrionale del *Quss Abu Said Plateau* si presenta infatti coperta da alte dune sabbiose molto allungate che formano una sorta di barriera naturale e che, oltre a rendere scarsa la visibilità di eventuali evidenze archeologiche, suggeriscono che il versante fosse spazzato da forti venti. L'analisi della carta ha permesso di individuare altre due aree che presentano caratteristiche simili a quelle di *Hidden Valley - El Bahr* e *Sheikh - Bir el Obeiyid*. La prima, localizzata oltre il corso dello *Wadi el Obeiyid*, presso le pendici occidentali del Plateau settentrionale, corrisponde alla piccola oasi di *Ain Dalla*, località già indagata dalla Missione Archeologica Italiana alla fine degli anni ottanta. L'area si trova a circa 18 km ad ovest del villaggio di *Sheikh el Obeiyid*. Presso l'oasi di *Ain Dalla* l'analisi delle immagini satellitari ha evidenziato una zona topograficamente molto simile a quella dove sono state registrate le altre evidenze archeologiche, ovvero un'area prossima ai rilievi, mediamente estesa e depressa rispetto alle zone circostanti, particolarmente adatta alla formazione di pozze d'acqua effimere. In particolare una piccola area (3 km x 5 km) a forma di conca, orientata Nord-Sud e ben protetta dai venti dominanti provenienti da Nord.

Una seconda macro area è relativa alla vasta depressione di *Bahr Playa* localizzata all'interno del *Quss Abu Said Plateau*. Di forma trapezoidale, quasi completamente chiusa (circa 9 km x 5 km), vi si accede dallo *Wadi el Obeiyid* con uno stretto ingresso caratterizzato dalla presenza di 2 rilievi isolati; tale difficile accesso la protegge dai venti e dalla sabbia e il fatto di trovarsi ad una quota

significativamente più bassa del resto del *Quss Abu Said Plateau*, la rendono un buon candidato per la presenza di antichi bacini acquatici.

Il Villaggio di Sheikh el Obeiyid. Metodologie geomatiche applicate.

Le aree indagate in maniera più intensiva, sono naturalmente quelle in cui sono state rinvenute concentrazioni significative di materiale archeologico. Qui lo scopo è quello di raccogliere il maggior numero di informazioni possibile nell'arco di una missione di scavo (della durata di circa 45 giorni l'anno), facendo attenzione particolare al corretto posizionamento dei diversi rinvenimenti archeologici. La campagna di scavo e rilievo 2008 - 2009 ha interessato direttamente l'area del villaggio di *Sheikh el Obeiyid*. Della zona del villaggio sono stati effettuati rilievi topografici (con l'ausilio di una stazione totale e di un GPS differenziale) e fotogrammetrici di dettaglio, un fotopiano generale ad alta risoluzione, e rilievi di lunga durata di 3 punti notevoli, oltre ad un DEM molto dettagliato dell'intera zona. Il villaggio si trova su una delle terrazze più elevate del Plateau settentrionale ed è caratterizzato dalla presenza di una trentina di strutture circolari o ellittiche, composte da lastre di pietra calcarea di forma irregolare disposte una sopra l'altra a forma di carapace, la cui altezza massima non supera (tranne rari casi) i 70 cm. Alcune lastre laterali risultano collassate all'interno della struttura stessa, riducendone in parte lo spazio centrale che si presenta, nella quasi maggioranza dei casi, completamente libero. La copertura di queste vere e proprie capanne doveva essere costituita da materiali deperibili (rami, arbusti e pelli di animali).

Il fotopiano dell'area del villaggio di *Sheikh el Obeiyid* è stato realizzato con l'ausilio di una camera semi professionale (Canon Eos 450D) opportunamente calibrata in laboratorio. A questo scopo è stata realizzata appositamente una struttura modulare composta da 2 treppiedi di alluminio, il cui elemento centrale era elevabile fino a 5.5 m. rispetto al suolo. Tra i 2 treppiedi è stato posto un binario in alluminio composto di 5 sezioni rettangolari (2cm x 8cm) lunghe 2 m ciascuna ed interconnesse tramite 4 cunei di legno opportunamente scanalati. Per garantire maggiore robustezza e solidità al binario ed evitare classici effetti di sbandamento, torsione e flessione, per ogni giunzione sono state inserite opportune crocette di acciaio di circa 20 cm, passanti da parte a parte le sezioni di alluminio, atte a sostenere teso un cavo da 5mm con anima di acciaio regolabile con 4 viti tendifilo posti sulla testa dei treppiedi alle estremità del binario.

La camera è stata poi montata su un carrello fatto scorrere lungo il binario con delle corde e controllata in remoto tramite cavi usb, autoalimentati e montati in serie fino alla lunghezza di 25 m.

La struttura è stata spostata manualmente lungo la zona da fotografare, simulando così delle strisciate aeree. La luce tra i 2 treppiedi è di 10m e ciascuna strisciata era composta di 5 fotogrammi, scattati sempre dalla massima altezza (5.50m). Sono stati scattati in totale circa 900 fotogrammi, di cui ne sono stati utilizzati per il fotopiano 560. Questi sono stati raddrizzati, georeferenziati e mosaicati, realizzando un fotopiano in altissima risoluzione (12 Mp) dell'intera area del villaggio (60 m x 45 m) offrendo un punto di vista diverso delle strutture e consentendone uno studio più dettagliato (Figura 4).



Figura 4. La struttura realizzata per le riprese (sopra) e un dettaglio del fotopiano del villaggio di Sheikh el Obeiyid (strutture 15, 16, 17, 18 e 19 e focolare 1).

Conclusioni

L'utilizzo di tecniche geomatiche in ausilio al rilievo ed alla documentazione di siti archeologici è ormai pratica diffusa e ampiamente condivisa. I vantaggi sono indubbi, sia per quanto riguarda la qualità metrica del dato sia per quanto riguarda l'organizzazione delle informazioni raccolte.

Il rilievo di evidenze archeologiche nel deserto comporta una sorta di "sfida", che costringe a cercare il modo più vantaggioso per sfruttare appieno le documentate capacità degli strumenti geomatici, in un ambiente sfavorevole sia dal punto di vista ambientale che logistico.

Questo lavoro ha descritto la realizzazione di una cartografia a piccola scala (1:100000) della valle dello *Wadi el Obeiyid* che ha permesso di fare considerazioni su possibili nuovi insediamenti preistorici e la realizzazione del fotopiano del villaggio di *Sheikh el Obeiyid* tramite foto pseudo-aeree scattate con l'ausilio di una struttura modulare costruita appositamente dall'Area di Geodesia e Geomatica su cui è stata alloggiata in un apposito carrello una camera calibrata controllata tramite comando remoto.

Il futuro prevede il sistematico utilizzo di tecniche geomatiche su vasta scala nell'intera area di concessione archeologica (immagini satellitari ad alta risoluzione, droni volanti per riprese aeree, tavolette digitali per rilievi terrestri).

Bibliografia archeologica

Barich B.E., Archaeological Research in the Farafrā Oasis (Egypt): Contribution to the Study of the Early Cultivation in the Eastern Sahara. In: T. Oestigaard, N. Anfiset, T. Saetersdal (eds.), *Combining the Past and the Present - Archaeological Perspectives on Society*. BAR, International Series 1210: 143-148. Oxford (2004).

Barich B.E. e Lucarini G., The Nile Valley seen from the oases. The contribution of Farafrā. *Orientalia Lovaniensia Analecta*, 172: 567-582 (2008).

Lucarini G., The use and exploitation of plants at Farafrā Oasis. In: K. Kroeper, M. Chłodnicki, M. Kobusiewicz (ed.), *Archaeology of the Early Northeastern Africa. In Memory of Lech Krzyżaniak*. Poznań Archaeological Museum. Poznań: 463-478 (2006).

Hassan F. A., Barich B.E., Mahmoud M., Hemdan M. A., Holocene Playa Deposits of Farafrā Oasis, Egypt, and Their Palaeoclimatic and Geoarchaeological Significance, *Geoarchaeology: an International Journal*, v. 16/1, 29-46 (2001).