

Recinti e circoli di pietre della Sardegna preistorica e protostorica. Metodologia di un'indagine

Paolo Marcialis, Maria Giovanna de Martini

Riassunto: Il lavoro che si presenta è la sintesi di una sperimentazione che va avanti da un decennio per conto degli scriventi. La ricerca si basa sull'utilizzo di WebGIS, immagini satellitari, fotografia aerea a bassa quota, GPS, 3D laser scanner finalizzato all'individuazione e allo studio di particolari classi di monumenti su ambiti territoriali molto vasti, in cui sarebbe molto difficile e dispendioso programmare una ricognizione archeologica di tipo estensivo. I monumenti da individuare, i circoli di pietre preistorici e protostorici, si prestano bene a questo genere di operazione, sia per le loro caratteristiche formali che dimensionali; l'utilizzo di queste tecniche preventivamente alla ricognizione sul terreno, ha permesso di risparmiare molto tempo e di concentrarsi su quelle aree che hanno un maggiore potenziale di rinvenimento. L'analisi del solo 3% del territorio regionale ha permesso di individuare 23 circoli distribuiti in 14 siti archeologici, dal nord al sud dell'isola.

Parole chiave: Megalitismo, circoli, telerilevamento, ricognizione, rilievo archeologico.

Abstract: This work that is presented is the synthesis of a decade of experimentation of the writers. The research is based on the use of WebGIS, satellite images, aerial photography at low altitude, GPS, 3D laser scanner, aimed at the identification and study of particular classes of monuments on very large territorial areas, where it would be impossible to plan an archaeological survey extensive. The monuments to be identified, the circles of prehistoric and protohistoric stones, lend themselves well to this kind of operation, both for their formal and dimensional characteristics; the use of these techniques, prior to the archaeological survey, has allowed to save a lot of time and to concentrate on those areas that offer greater potential for discovery. The analysis of only 3% of the regional territory allowed us to identify 23 circles distributed in 14 archaeological sites, from the North to the South of the island.

Keywords: Megalithism, Stone Circles, Remote Sensing, Archaeological Survey, Archaeological Drawing.

INTRODUZIONE

In Sardegna esiste una classe di monumenti megalitici di epoca preistorica e protostorica ancora poco studiati e non ben classificati: i recinti e circoli megalitici. Per alcuni di essi l'utilizzo come sepolture non è certo; infatti, potrebbero aver avuto una funzione legata ad altri aspetti: culturali, politici e di demarcazione del territorio (CICILLONI 2012). Tale



interpretazione trova riscontro anche in contesti extra-insulari (RENFREW 1987). Questo lavoro costituisce la base metodologica per una futura ricerca che interesserà l'intero territorio della Sardegna, la cui finalità sarà quella di ottenere un censimento completo di questa classe di monumenti, finalizzato sia alla loro classificazione e studio che alla loro salvaguardia: l'edilizia e l'agricoltura, infatti, ne stanno mettendo seriamente a rischio la conservazione. A tal proposito, l'archiviazione di immagini e di qualsiasi altro dato ad essi associato è un'operazione di fondamentale importanza: fotografia aerea, GIS, rilievo tridimensionale ad alta densità sono gli strumenti che permetteranno di tutelare e studiare al meglio il patrimonio archeologico nel prossimo futuro. Già in una fase preliminare di analisi bibliografica regionale, è stata messa in luce una criticità relativa alla terminologia utilizzata per questo tipo di monumenti; è necessario specificare che i monumenti oggetto di questo studio sono costituiti da singole pietre poste in serie, una di seguito all'altra, a una distanza variabile, su un unico filare, in modo da ottenere una forma ben definita. Queste caratteristiche permettono di inserirli nella categoria dei monumenti "megalitici", rispondenti a quel movimento culturale, materiale e politico preciso, che nasce a partire almeno dal V Millennio a.C. nelle coste atlantiche d'Europa e si diffonde in una grande parte del continente, fino a giungere, nelle sue forme più tarde del II Millennio a.C., in Africa e in Asia. Tale inquadramento permette di distinguerli nettamente da quelle architetture in pietra a secco di tipo "ciclopico", tipiche della successiva Età del bronzo e della cultura nuragica, definite spesso "megalitiche" in modo inappropriato. Se, infatti, nelle costruzioni ciclopiche la "grande pietra" è solo un elemento da costruzione, nei monumenti megalitici sono i singoli monoliti ad avere un valore intrinseco, sia singolarmente (come nel caso di menhir) che nel loro rapporto con gli altri elementi presenti nei complessi, in particolar modo nei circoli e recinti megalitici.

Lo stimolo alla ricerca è giunto dalla scoperta di un agglomerato di circoli megalitici sull'altopiano di Tacuara, in territorio di Nurri (MARCIALIS, ORGIANA 2017) e la documentazione di un complesso con recinti e dolmen a Runala (Ittiri, SS) proprio grazie all'utilizzo del telerilevamento, con fotografia satellitare e drone. L'associazione delle due tecniche sta consentendo di ottenere importanti risultati su larga scala e a basso costo, con minor dispendio di energie rispetto ad una ricognizione archeologica estensiva. In particolare, nel complesso di Runala, le dimensioni estremamente importanti del recinto non ne consentivano una documentazione accettabile con i sistemi tradizionali. La *survey*, con verifica dei siti e rilievo di dettaglio, è avvenuta solo dopo aver individuato con certezza uno o più circoli megalitici. Anche la scelta delle unità territoriali da indagare non è stata casuale: la storia degli studi, non vastissima sull'argomento in esame, ha dimostrato che le aree più adatte all'edificazione e costruzione dei circoli sono quelle di altopiano o prospicienti che, in epoca pre-protostorica e ancora oggi, avevano un'economia in prevalenza di tipo pastorale (CICILLONI 2012). La tecnica utilizzata per la ricerca dei siti archeologici su WebGIS si è molto diffusa negli ultimi anni: una ricerca simile è stata di recente condotta nella regione di Northumberland, nel Regno Unito (JENSEN 2013), e ha permesso di individuare un gran

numero di siti archeologici, tra cui circoli di pietre; anche in Afghanistan lo stato di conservazione di importanti siti e monumenti è stato monitorato con Google Earth (THOMAS *et alii* 2008). La fotografia aerea a bassa quota, utilizzata nella seconda fase del lavoro, ha una lunga storia, che ha incominciato tra la fine dell'800 e l'inizio del '900. Pioniere in Italia fu l'architetto e archeologo Giacomo Boni, che documentò gli scavi al Foro Romano tra il 1899 e il 1906 (PUDDU, PALLAVER 1987; CAMPANA *et alii* 2005). L'archeologo inglese O.G.S. Crawford, negli anni tra le due guerre, applicò sistematicamente la fotografia aerea alla ricerca archeologica, ponendo le basi per i successivi sviluppi della fotointerpretazione. Crawford è celebre, inoltre, per aver scoperto nel 1925 una serie di circoli, tra i quali Woodhenge (un circolo costruito con grandi tronchi d'albero nei pressi di Stonehenge), con l'utilizzo della fotografia aerea (CRAWFORD 1923, 1929; CRAWFORD, KEILLER 1928). Negli anni Quaranta e Cinquanta del secolo scorso furono John Bradford e William Hunt ad applicare le immagini rilevate nelle ricognizioni militari alla ricerca archeologica, identificando centinaia di siti che si celavano sotto i campi di cereali della Daunia, in Puglia, un territorio che per decenni è stato campo di sperimentazione dell'archeologia aerea in Italia. Il loro lavoro rimase purtroppo incompleto, ma il filo della ricerca fu ripreso più volte dai vari G. Schmiedt, G. Alvisi, G.D.B Jones, D. Riley e dall'Università di Foggia. Sono stati però i droni a basso costo a provocare una vera e propria esplosione dell'utilizzo della fotografia aerea nei vari contesti di studio archeologico, sia per le ricognizioni su vaste aree che, come in questo caso, in contesti più ristretti come i singoli scavi (BALLARIN, VERNIER 2014; KAKAES *et alii* 2015; MONTAGNARI KOKELJ 2015; CERAUDO *et alii* 2016).

STORIA DEGLI STUDI

Se si escludono i circoli funerari della Gallura e del Gerrei, la storia degli studi in Sardegna non offre numerosi confronti, limitandosi a casi isolati e studiati in epoca pressoché recente. Gli straordinari monumenti galluresi hanno suscitato grande interesse tra gli studiosi fin dai primi decenni del secolo scorso, a seguito di una serie di scoperte e di indagini svolte nei territori di Arzachena e, negli anni a seguire, di Luogosanto ed Olbia, per un totale di una cinquantina di tombe a circolo (PUGLISI 1941; PUGLISI, CASTALDI 1964; ANTONA 2003; CICILLONI 2013).

Sull'altopiano di Pranu Mutteddu, a Goni, si sviluppa una singolare necropoli, composta da tombe di diversa forma e fattura inserite in un'area megalitica e attorniate da una sessantina di menhir protoantropomorfi (ATZENI 1977). Le sepolture sono costruite in arenaria e scisto, con due o tre cerchi di pietre e contenute in un tumulo che era segnalato da uno o più menhir. La camera sepolcrale, di forma circolare o allungata, era costruita con tecnica ciclopica e vi si accedeva attraverso un corridoio piattabandato. La tomba II ha caratteristiche particolari: in due grossi blocchi di arenaria sono accuratamente scavate l'anticella e la cella, con una fine lavorazione a martellina che richiama per tecnica, architettura e planimetria all'ipogeismo funerario delle vicine domus de janas (ATZENI 1977; ATZENI, COCCO 1989).

Tra i circoli di pietre studiati in passato o oggetto di indagine archeologica nell'isola è opportuno menzionare i seguenti: Monte Baranta di Olmedo, Sa Figu di Ittiri, Is Cirquittus di Laconi, S'Incorradroxiu di Silius e Sa Sedda de Biriai ad Oliena, Monte Dominigu di Uri. A Monte Baranta, all'interno del celebre contesto, viene effettuato lo scavo di un circolo non funerario la cui messa in opera, probabilmente, non fu mai portata a termine. I materiali rinvenuti sono per lo più scarsi frammenti ceramici, attribuibili alla cultura di Monte Claro, alcune schegge in selce e un pestello litico, fatto che conferma la scarsa frequentazione del circolo (MORAVETTI 2000; 2004; LO SCHIAVO 2005). A Sa Figu di Ittiri (MELIS 2001; 2004) lo scavo del circolo, non funerario ma ubicato a breve distanza dall'omonima necropoli ipogeica, ha restituito materiali di tipo Monte Claro e Sa Turracula (rispettivamente età del Rame ed età del Bronzo Medio, dove la fase di Bronzo Medio è attribuita ad un secondo momento di frequentazione dell'area). A Is Cirquittus di Laconi, è stata oggetto di scavo da parte di Enrico Atzeni una struttura sub-ellittica nelle vicinanze del circolo (ATZENI 2004; CICILLONI 2013); gli esiti materiali riportano ad orizzonti cronologici compresi tra il Neolitico recente-finale (Ozieri) e l'età del Rame (Filigosa-Abealzu). Nel notiziario del 1975 della Rivista di Scienze preistoriche, compare il riferimento al circolo di Monte Dominigu di Uri; tre anni dopo è pubblicata una nota preliminare in seguito agli scavi eseguiti (TANDA 1978). A S'Incorradroxiu di Silius, probabilmente funerario (COSTA 1984; FORCI 2008; MANUNZA 2008), sono stati rinvenuti microliti di industria litica su ossidiana e frammenti di ceramica di impasto poco depurato. Infine, il singolare *cromlech*, definito calendariale dall'autrice, di Sa Sedda de Biriai ad Oliena, da inquadrare probabilmente in un'altra tipologia monumentale (CASTALDI 1999) che ha restituito materiali di tipo Monte Claro (Età del Rame).

Tra i siti elencati, solo di alcuni sono presenti dati più precisi. Il "circolo megalitico" di Sa Figu (Ittiri, SS) è situato all'estremità settentrionale del vasto altopiano calcareo di Coros (400 m s.l.m.), a NE del centro abitato. Come anticipato sopra, si trova nei pressi del nuraghe e dell'omonima necropoli ipogeica. Quest'ultima, composta da almeno undici tombe, ha almeno una fase di frequentazione contemporanea a quella del circolo ed è stata indagata archeologicamente con diverse campagne di scavo e *survey*. Il monumento è attualmente formato da 10 ortostati ancora in *situ*, posti a formare un semicerchio a ridosso del limite del pianoro (un altro monolite, il n. 11, è al di fuori della sua posizione originaria). Lo scavo del monumento, effettuato nel 2003, ha messo in luce almeno tre fasi di frequentazione: la prima, che corrisponderebbe al primo impianto del monumento, viene collocata durante l'Età del Rame avanzata, più precisamente in un ambito di cultura Monte Claro. Tale attribuzione è stata possibile grazie al recupero in fase di scavo di alcuni frammenti di ceramica tipicamente decorata a scanalature parallele e ortogonali. In questa fase il circolo è formato probabilmente dagli 8/9 monoliti di maggiori dimensioni e presenta un ingresso a SSW ampio circa 2,30 m. Una seconda fase di frequentazione della struttura vedrebbe l'obliterazione dell'ingresso con tre lastroni che vanno a formare una nicchia, e la costruzione di una semplice struttura capannicola che sfrutta gli ortostati del quadrante S-SW. I reperti ceramici rinvenuti, tra cui

due anse a gomito, una delle quali con sopraelevazione asciforme, riportano alla fase del Bronzo Medio I di Sa Turrìcula. In una terza fase le pietre del crollo parziale della capanna vengono disposte all'interno del circolo in modo da formare una superficie regolare di ampiezza ridotta. L'ultima fase, di abbandono, vede il crollo più esteso di tutto il pietrame della capanna; anche all'interno dell'unità stratigrafica relativa al crollo sono stati rinvenuti materiali Sa Turrìcula.

Il circolo megalitico di Monte Baranta (Olmedo, SS) sembra far parte di un'area sacra esterna alla grande muraglia che domina l'estremità meridionale dell'omonimo e vasto altopiano. È localizzato pochi metri a NE della muraglia, nell'area immediatamente all'esterno di questa. È formato da circa trenta monoliti in trachite di medie e grandi dimensioni, tendenzialmente rastremati verso la parte sommitale, intercalati da vario pietrame più minuto. Il monumento ha una forma ellittica irregolare o sub-circolare, interrotta soltanto nella zona NNW da un vuoto di circa 4 metri non facilmente interpretabile. Le misure degli assi sono 12 m (asse nord-sud) e 9 m (asse est-ovest). Nelle adiacenze del circolo sono presenti due menhir. Il primo (A, con un'altezza 205 cm) ha sezione piano-convessa e giace tutt'ora spezzato in due parti lungo il profilo del circolo. Il secondo menhir (B, altezza 395 cm) è localizzato a una distanza di circa 12 metri a NW del circolo, all'interno di una porzione di piano roccioso regolarizzato e levigato messo in luce durante gli scavi. In questa stessa occasione è stato scoperto anche il taglio nella roccia effettuato per l'escavazione del letto di deposizione del menhir, mai portato a termine. Il monolite, inoltre, presenta una costolatura longitudinale e un incavo alla base, ritenuti segni di incompletezza. Questo dato, unito al precedente ha permesso di dedurre che il menhir non fu mai messo in opera. I pochi dati a disposizione dimostrano quanto sia necessario trattare in maniera approfondita ed esaustiva il censimento dei recinti e circoli megalitici sardi.

METODOLOGIA

All'individuazione delle aree campione è seguita la loro suddivisione in quadranti, basata sull'utilizzo della Carta Tecnica Regionale (Fig. 1). Sono stati indagati da immagini satellitari 19 quadranti, per una superficie totale di circa 740 km². La ricerca di anomalie sul terreno è avvenuta fondamentalmente sui seguenti WebGIS: Google (nelle versioni Earth, Earth Pro e Maps¹), il cui utilizzo è semplice e intuitivo, così come la condivisione dei dati; Geoportale Nazionale (<http://www.pcn.minambiente.it>), che permette di visualizzare su un'unica piattaforma immagini satellitari (le più recenti sono del 2012²) e di sovrapporle alla cartografia IGM e a varie carte tematiche, sia nel visualizzatore bidimensionale che in quello

¹ La versione classica è ora fruibile anche in un visualizzatore online; nella versione Pro è stato di recente sperimentato un interessante applicativo per l'elaborazione di carte della visibilità.

² Di ottima qualità sono anche le immagini del 2006; interessante, come in Google, la possibilità di visualizzare i database storici: ortofoto in bianco e nero 1988-1989, ortofoto in bianco e nero 1994-1996, ortofoto a colori 2000, Landsat 2001, AGEA 2009-2012; la cartografia IGM è consultabile nei formati 250.000, 100.000, 25.000.

tridimensionale; BingMaps (<https://www.bing.com/maps>), compatibile con molti strumenti di Windows e utile per la lettura dei metadati inseriti nelle immagini rilevate da numerosi droni; SardegnaFotoAeree (<http://www.sardegnaegeoportale.it/webgis2/sardegnafotoaeree>) e SardegnaMappe (<http://www.sardegnaegeoportale.it/navigatori/sardegnamappe>), i navigatori messi a disposizione dalla Regione Sardegna, che consentono di studiare e sovrapporre i dati vettoriali (toponimi, idrografia, punti d'interesse, limiti amministrativi) a un importante database di immagini aeree e satellitari³; l'elaborazione dei metadati è avvenuta su Autodesk Civil 3D.

Il confronto tra immagini aeree e satellitari di varia provenienza è avvenuto suddividendo il territorio in strisce dell'ampiezza di circa 500 m, con un confronto continuo delle singole porzioni sui vari WebGIS (Fig. 1). Queste verifiche hanno portato alla segnalazione, con i semplici strumenti messi a disposizione da Google Earth Pro, delle anomalie presenti sul terreno: tali anomalie erano i possibili resti di un recinto o circolo megalitico, che spesso potevano essere confusi con monumenti di epoca nuragica, mura ciclopiche o recinti per il ricovero del bestiame di epoca moderna, le cosiddette *cortis*.

Nella seconda fase del lavoro è avvenuta la verifica preliminare con fotografia area a bassa quota, con l'utilizzo del drone; nelle zone di difficile accesso, in cui si va spesso incontro a errate segnalazioni, l'utilizzo del drone ha consentito di avere un enorme risparmio di tempo ed energie. L'aeromobile utilizzato a tale scopo è un DJI Mavic Pro, munito di radiocomando e di vista in tempo reale se collegato via radio o Wi-Fi ad uno smartphone. Questo strumento consente di rilevare video e immagini ad una distanza di 13.000 m e ad un'altitudine di 500 m⁴ (Fig. 3). Ad una verifica attraverso il drone con esito positivo è naturalmente seguita la verifica sul terreno, con ricognizione dell'area circostante, georeferenziazione del sito con GPS differenziale, rilievo grafico e fotografico⁵.

Il rilievo dei circoli megalitici è avvenuto con l'utilizzo di diverse tecnologie, sia per sperimentare la tecnica più adatta al rilievo delle emergenze che per completezza della documentazione. La tecnologia GPS consente di rilevare gli ortostati con l'utilizzo di un palmare collegato ad uno o più ricevitori GPS (Fig. 5). Nel caso specifico è stato utilizzato un sistema di rilievo basato sulla presenza del doppio ricevitore (base e *rover*)⁶. Il rilievo con GPS è molto preciso e consente di rilevare gli ortostati anche senza eseguire una accurata pulizia del sito dalla vegetazione; esso avviene con la metodologia punto-punto, esattamente

³ Ortofoto 1940-1945 (su aree molto limitate, fuori dallo studio in esame), 1954-1955, 1968, 1977-1978, 1998-1999, 2003, 2005 SAT, 2006, 2010, 2013.

⁴ Tali caratteristiche non sono state verificate sul campo poiché non necessario e non consentito dalla normativa.

⁵ Lavori simili eseguiti nel recente passato: CERAUDO *et alii* 2015; ANGELINI *et alii* 2015.

⁶ Gli strumenti utilizzati sono i seguenti: PC palmare Nautiz X7, adatto ad un uso continuo in cantiere; doppio ricevitore Topcon Hiper Pro, uno utilizzato come base fissa e uno come *rover* per gli spostamenti con operatore. In campagna potrebbe risultare più pratico ed economico l'utilizzo di un sistema di rilievo con il trasporto della sola rover; questo, però, necessita del collegamento alle basi fisse presenti sul territorio regionale e nazionale attraverso il collegamento ad Internet, che non sempre è possibile.

come con la stazione totale, con l'unica differenza che l'operatore può eseguire il rilievo in completa autonomia; la presenza di alberi ad alto fusto ne può ostacolare la rapidità di battuta, ma il linea generale in campo aperto non si riscontrano particolari problematiche; l'accuratezza del rilievo risente del numero di punti rilevati e dell'abilità del disegnatore nell'interpretazione dell'oggetto.

Il rilievo fotogrammetrico è stato eseguito con l'utilizzo del GPS e del drone: il lavoro sul campo consiste nel posizionamento di *target* (mire rilevabili sia con lo strumento topografico che con il drone) e la successiva elaborazione di modelli 3D e ortofoto con software di elaborazione SfM (*Structure from Motion*)⁷. La fotogrammetria aerea richiede, spesso, maggiori tempi di elaborazione del 3d laser scanner e il livello di precisione è legato a numerosi fattori, come già verificato in altri contesti (MARCIALIS 2015); essa è utile soprattutto per la straordinaria capacità di documentare lo stato dei luoghi e la rapidità nell'elaborazione di planimetrie. Il 3D laser scanner utilizzato è del tipo a differenza di fase; il peso ridotto e la velocità di acquisizione di scansioni e immagini ne fanno lo strumento ideale per questo genere di rilievi⁸ (Fig. 4). Anche nel rilievo con 3D laser scanner è opportuno l'utilizzo di punti di riferimento (*target*) per la registrazione delle scansioni; quelli utilizzati nel rilievo dei circoli megalitici sono di forma sferica, con un diametro di 11 cm, in materiale leggero (polistirolo) e bianchi, per ottenere il massimo della riflettività⁹. Le scansioni acquisite sono state prima elaborate con il software proprietario della casa costruttrice¹⁰, esclusivamente per la colorazione e la referenziazione delle scansioni, poi esportate per un loro utilizzo su CAD, con il disegno di planimetrie, sezioni e prospetti per mano dell'operatore (Fig. 6).

In alcuni casi è stata riscontrata la presenza di coppelle, documentate graficamente con riprese fotografiche da terra, riferimenti metrici posti attorno alle fossette circolari ed elaborazione con software SfM; la fotocamera utilizzata è una reflex con ottiche metriche fisse da 24 mm e 60 mm, posizionata su treppiede per una maggiore stabilità. L'utilizzo di ottiche metriche e dei certificati opportunamente caricati sui software ha permesso di ottenere elevati livelli di precisione, paragonabili a quelli ottenibili con laser scanner a triangolazione ottica, che sono più rapidi nell'esecuzione del rilievo ma più costosi.

⁷ Il software Photoscan permette di costruire modelli dettagliati e fotorealistici delle emergenze archeologiche con una precisione accettabile; i problemi maggiori si riscontrano in fase di verifica della profondità delle misurazioni e in presenza di ostacoli (vegetazione).

⁸ Nel caso specifico è stato utilizzato un 3D laser scanner a differenza di fase Faro Focus 3D, del peso di 5 kg, gestibile senza la necessità di collegare alcun pc esterno e con fotocamera integrata. Possiede un'elevata velocità di scansione (900.000 punti/secondo) e una gittata di circa 35 m, sufficiente al rilievo di un circolo megalitico con poche scansioni. In passato lo scrivente ha utilizzato altre tipologie di 3D laser scanner, in particolare a tempo di volo: questi strumenti sono caratterizzati da un'elevata precisione e da gittate superiori, ma le dimensioni e il peso li rendono meno adatti al trasporto e all'utilizzo in campagna.

⁹ Il principale vantaggio dell'utilizzo di *target* sferici è quello di essere visibili e rilevabili da ogni angolazione; il polistirolo è un materiale leggero e questo permette di utilizzare il silicone acrilico, che non lascia alcuna traccia sulla roccia, per il posizionamento delle sfere.

¹⁰ Faro Scene.

Un sistema ancora più preciso per il rilievo delle coppelle o di altri dettagli è sicuramente lo Zscan, prodotto dalla Menci Software, ormai fuori commercio. Questo sistema si compone di un treppiede, una slitta graduata e una fotocamera digitale con ottica fissa. Lo Zscan è una evoluzione della stereofotogrammetria, che in alcuni casi può sostituire il 3D laser scanner, in quanto permette di ottenere delle nuvole di punti in post-elaborazione. La camera metrica deve essere montata su una slitta graduata in acciaio, che permette di rilevare delle immagini digitali da punti fissi. La tripletta di immagini viene poi elaborata da un software che attraverso un sofisticato algoritmo trasforma i pixel dell'immagine in punti (MENCI *et alii* 2007).

Il contributo della toponomastica alla ricerca archeologica non è da sottovalutare, ancor più se è possibile consultare testi o ricerche di studiosi che si sono occupati in maniera approfondita dei territori oggetto d'indagine¹¹. Quando si tratta di macroaree, come in questo caso, risulta sempre importante l'apporto della cartografia, in particolare IGM, CTR e catastale¹². Il Geoportale Nazionale permette di ricercare i toponimi e visualizzarli contemporaneamente su carte IGM e ortofoto. La Regione Autonoma della Sardegna mette a disposizione, nel suo WebGIS, la possibilità di consultare un database di toponimi (tratti in gran parte dalla cartografia ufficiale) e di effettuare la ricerca per nome, località e tipologia¹³. La ricerca per nome permette di individuare il comune in cui si riscontra la presenza del toponimo e, cosa molto utile, quelli che risultano simili. Riscontrata la presenza di un toponimo interessante è possibile connettersi direttamente al navigatore per visualizzare l'immagine satellitare. Nel caso dei circoli megalitici la ricerca sulla toponomastica è avvenuta su una serie di nomi limitata, che richiamano alla forma (*circu, chircu, cirquittu, chirciu, criccu, ingiru*), all'uso in epoca storica e moderna dei circoli per il ricovero del bestiame (*accorru, accorradordzu, accorradroxiu, corti*), al materiale da costruzione (*pedras fittas*, che può indicare la presenza di menhir, *perdas ladas, perdas longas*). Esistono in Sardegna una serie di raccolte di toponimi curate da linguisti contemporanei, che hanno fornito informazioni molto utili a riguardo. Gli stessi autori associano tali toponimi alla presenza di emergenze archeologiche.

CIRCOLI DI PIETRE RINVENUTI E RILEVATI

In questa fase preliminare della ricerca, il cui compito è quello di porre le basi metodologiche per un'indagine e una classificazione dei monumenti su larga scala, sono stati individuati 15 siti archeologici: in 14 siti si riscontra la presenza di un solo circolo, in 2 siti si riscontra la presenza di più circoli (il numero varia da 2 a 7). Il totale dei circoli di pietre censiti è, quindi,

¹¹ Per il territorio di Nurri è risultato particolarmente utile il lavoro di Oliviero Nioi (2017). Sono pochi, purtroppo, i comuni sardi oggetto di una catalogazione sistematica dei toponimi: un enorme patrimonio linguistico e culturale che rischia di andare in parte perduto.

¹² I toponimi sono spesso riportati sulle carte con errori di trascrizione o differenze da una raccolta cartografica ad un'altra. Da questo punto di vista sono sembrate più affidabili le carte catastali, spesso redatte da tecnici del territorio che hanno maggiore confidenza con la variante linguistica del luogo.

¹³ <http://webgis.regione.sardegna.it/ricercatoponimi/>

23. I risultati si riferiscono ad un'area molto limitata, ovvero circa il 3% del territorio sardo¹⁴; nonostante la ricerca sia stata eseguita su aree morfologicamente adatte alla presenza di recinti e circoli di pietre, il dato evidenzia l'enorme potenziale di rinvenimento che possiede l'isola. I monumenti individuati o confermati sono stati oggetto di rilievo e studio con le tecnologie descritte. La Tabella 1 mostra l'elenco dei monumenti rinvenuti e ne riassume alcune delle caratteristiche.

Circolo	Forma	Disposiz. ortostati	Diam. (m)	Orientam. ingresso	Ortostati residui	Materiale	Menhir, coppelle, incisioni
Sa Ortija	Ellissoidale	Continua	37,52*	/	106	Basalto	SI
Su Sassu	Circolare	Continua	10,30	S	30	Basalto	SI
Monte Baranta	Circolare	Continua	10,00	NO	80		SI
Sa Figu	Circolare	Continua(?)	13,00	SSO	11	Calcere	NO
Sa Lendinosa	Circolare	Continua	33,71	/	37	Tufo	NO
Ausadù A	Circolare	Discontinua	14,36	SE	9	Basalto	NO
Ausadù B	Circolare	Continua	15,81	SE	11	Basalto	NO
Ausadù C	Circolare	Discontinua	10,50	/	7	Basalto	NO
Is Cirquittus	Semi-ellissoid.	Discontinua	47,15***	/	15	Basalto, granito, quarzite	NO
Tacuara A	Circolare	Continua	23,31	/	37	Basalto	SI
Tacuara B	Circolare	Continua	19,30	/	13	Basalto	SI
Tacuara C	Circolare	Continua	22,30	/	26	Basalto	SI
Tacuara D	Circolare	Continua	19,25	/	29	Basalto	SI
Tacuara E	Circolare	Continua	18,86	/	28	Basalto	SI
Tacuara F	Circolare	Continua	22,30	/	31	Basalto	SI
Tacuara G	Circolare	Continua	19,25	/	20	Basalto	SI
Su Corratzu	Ellissoidale	Continua	23,00	SE	41	Basalto	NO
Su Forreddu	Circolare	Continua	46,00	/	0	Marna	SI
S'Incorradroxiu	Circolare	Discontinua	17,14	/	13	Scisto(?)	NO
Pranu Ilixì	Circolare	Continua	42,00	/	56	Scisto(?)	NO
Runala	Irregolare	Continua	250		420	Ignimbrite	NO
Badde Matta 1	Ellissoidale	Continua	22,40		40	Ignimbrite	SI
Badde Matta 2	Ellissoidale	Continua	22		42	Ignimbrite	NO

Tab. 1: Elenco dei monumenti rilevati e principali caratteristiche.

¹⁴ Una parte del territorio in esame è ricoperto da una fitta vegetazione, per cui la reale superficie indagata è da considerarsi inferiore.

PAOLO MARCIALIS

PhD Student en Programa de Doctorado en Historia y Artes (B01.56.1) - Líneas de investigación en Arqueología y cultura material. Departamento de Prehistoria y Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras Universidad de Granada.

paolo.marcialis@archeogeo.com

MARIA GIOVANNA DE MARTINI

Independent researcher

mariagdemartini@gmail.com

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ANGELINI *et alii* 2017: D. Angelini, M. Fasolo, D. Santarsiero, M. Sfacteria, *Integrazioni tecnologiche e rilievo archeologico. Il caso di Tindari*, «Archeomatica» 1, 2017, pp. 6-12.
- ANTONA 2003: A. Antona, *Il megalitismo funerario in Gallura: alcune osservazioni sulla necropoli di Li Muri*, «Rivista di Scienze Preistoriche» 53, 2003, pp. 360-371.
- ATZENI 1977: E. Atzeni, *Complesso megalitico di Pranu Mutteddu (Goni)*, «Rivista di Scienze Preistoriche» 32 n. 1/2, 1977, p. 358.
- ATZENI 2004: E. Atzeni, *La scoperta delle statue-menhir. Trent'anni di ricerche archeologiche nel territorio di Laconi*, CUEC Editrice, Cagliari 2004.
- ATZENI, COCCO 1989: E. Atzeni, D. Cocco, *Nota sulla necropoli megalitica di Pranu Mutteddu-Goni*, in L. Dettori Campus (ed.), *La cultura di Ozieri: problematiche e nuove acquisizioni, Atti del 1° convegno di studio (Ozieri, gennaio 1986 - aprile 1987)*, Il Torchietto, Ozieri 1989, pp. 201-216.
- BALLARIN, VERNIER 2014: M. Ballarin, P. Vernier, *Digitization of Maps Belonging to Cultural Heritage*, «Perimetron» V. 9, 4, 2014, pp. 196-205.
- CAMPANA *et alii* 2005: S. Campana, C. Musson, R. Palmer, *In volo nel passato. Aerofotografia e cartografia archeologica*, All'Insegna del Giglio, Firenze 2005.
- CASTALDI 1999: E. Castaldi, *Sa Sedda de Biriiai: (Olivena, Nuoro, Sardegna): villaggio d'altura con santuario megalitico di cultura Monte Claro*, Quasar, Roma 1999.
- CERAUDO *et alii* 2015: G. Ceraudo, V. Ferrari, A. Guacci, A. Mericoa, *I Droni in Archeologia*, «Il Bollettino-periodico di cultura dell'Università del Salento» V, 2015, pp. 35-39.
- CERAUDO *et alii* 2016: G. Ceraudo, V. Ferrari, R. Sirena, *Telerilevamento da drone e fotointerpretazione archeologica: il "Progetto via Traiana"*, «Il Bollettino – periodico di cultura dell'Università del Salento» VI, 2016, pp. 32-35.
- CICILLONI 2012: R. Cicilloni, *Il megalitismo preistorico in Sardegna: aspetti cronologici ed evolutivi*, in C. Del Vais (ed.), *EPI OINOPA PONTON. Studi sul Mediterraneo antico in ricordo di Giovanni Tore*, S'Alvure, Oristano 2012, pp. 121-134.
- CICILLONI 2013: R. Cicilloni, *Il Megalitismo in Sardegna*, in E. Blasco Ferrer, P. Francalacci, A. Nocentini, G. Tanda (eds.), *Iberia e Sardegna. Legami linguistici, archeologici e genetici dal Mesolitico all'Età del Bronzo*, Atti del I Convegno Internazionale "GOROSTI U5B3- Iberia e Sardegna" (Cagliari, Galtelli, Dorgali, Alghero 13-16 Giugno 2012), Mondadori Education- Le Monnier Università, Milano 2013, pp. 250-270.
- COSTA 1984: A. Costa, *Silius (Cagliari) Loc. Piscina Caboni, Corona Arrubia*, in E. Anati (ed.), *I sardi: la Sardegna dal Paleolitico all'età romana: guida per schede dei siti archeologici sardi*, Jaca book, Milano 1984, pp. 152-153.
- CRAWFORD 1923: O. G. S. Crawford, *Air Survey and Archaeology*, «Geographical Journal», May 1923, pp. 342-360.
- CRAWFORD 1929: O. G. S. Crawford, *Air Photography for Archaeologists*, (= Ordnance Survey Professional Papers, New Series, 12), His Majesty's Stationery Office, Southampton 1929.

- CRAWFORD, KEILLER 1928: O. G. S. Crawford, A. Keiller, *Wessex from the Air*, Clarendon Press, Oxford 1928.
- FORCI 2008: A. Forci, *Note sul paesaggio archeologico del Gerrei: l'esempio di Silius tra bronzo medio e recente*, in *La civiltà nuragica: nuove acquisizioni 2, Atti del Congresso, Senorbì, 14-16 dicembre 2000*, PreStampa, Quartu Sant'Elena 2008, pp. 417-430.
- KAKAES *et alii*: 2015: K. Kakaes, F. Greenwood, M. Lippincott, S. Dosemagen, P. Meier, S. Wich, *Drones and aerial observation: new technologies for property rights, human rights, and global development. A primer*, New America, Washington 2015.
- LO SCHIAVO 2005: F. Lo Schiavo, *Olmedo (Sassari), Monte Baranta*, in F. Lo Schiavo, A. Giumlia-Mair, U. Sanna, R. Valera (eds.), *Archaeometallurgy in Sardinia: from the origins to the early Iron Age*, Mergoil, Montagnac 2005, pp. 193-194.
- MANUNZA 2008: M. R. Manunza, *Funtana Coberta, tempio nuragico a Ballao nel Gerrei*, Scuola Sarda, Cagliari 2008.
- MARCIALIS 2015: P. Marcialis, *Il rilievo delle domus de janas con 3D laser scanner*, in G. Tanda (ed.), *Nuove tecniche di documentazione e di analisi per una ricostruzione delle società dalla fine del V al III millennio a. C.*, Condaghes, Cagliari 2015, pp. 53-66.
- MARCIALIS, ORGIANA 2017: P. Marcialis, A. Orgiana, *Aggiornamento del censimento archeologico nel territorio di Nurri*, in G. Paglietti, F. Porcedda, L. Doro (eds.), *Notizie e Scavi della Sardegna Nuragica, 1° Convegno regionale (Serri, 20-22 aprile 2017), Abstract Book Comunicazioni*, «Layers. Archeologia Territorio Contesti», Suppl. n. 2, 2017, pp. 141-142.
- MELIS 2001: P. Melis, *Il complesso ipogeico-megalitico di Sa Figu Ittiri (SS)*, in G. Serreli, D. Vacca (eds.), *Aspetti del megalitismo preistorico*, Grafica del Parteolla, Dolianova 2001, pp. 9-12.
- MELIS 2004: P. Melis, *Gli scavi nel "circolo megalitico" di Sa Figu (Ittiri, Sassari)*, «Sardinia, Corsica et Baleares antiquae: international journal of archaeology» 2, pp. 29-42.
- MENCI *et alii* 2007: L. Menci, F. Nex., F. Rinaudo, *Zscan Menci software: un nuovo strumento per le elaborazioni fotogrammetriche multimmagine*, in *Atti 11° Conferenza Nazionale ASITA (Centro Congressi Lingotto, Torino 6 – 9 novembre 2007)*, Federazione Asita, Milano 2007, pp. 1-2.
- JENSEN 2013: M. Jensen, *The Application of Google Earth in Archaeology: A Survey of Northumberland*, Tesi di laurea, Durham University Department of Archaeology, Durham 2013.
- MONTAGNARI KOKELJ 2015: M. Montagnari Kokelj, *Balloon Mapping, droni e archeologia: casi studio in Friuli-Venezia Giulia (NE Italia)*, «Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA», 155, 2015, pp. 52-55.
- MORAVETTI 2000: A. Moravetti, *Il complesso prenuragico di Monte Baranta*, (=Sardegna archeologica. Guide e itinerari 28), Carlo Delfino editore, Sassari 2000.
- MORAVETTI 2004: A. Moravetti 2004, *Monte Baranta e la cultura di Monte Claro*, (=Sardegna archeologica. Scavi e ricerche 3), Carlo Delfino editore, Sassari 2004.
- NIOI 2007: O. Nioi, *Logus. Microtoponimi di Nurri*, Domus de janas, Selargius 2007.
- PUDDU, PALLAVER 1987: R. Puddu, L. Pallaver, *Giacomo Boni e le applicazioni della fotografia*, «Fotologia» 8, 1987, pp. 31-36.
- PUGLISI 1942: S. M. Puglisi, *Villaggi sotto roccia e sepolcri megalitici della Gallura*, «Bollettino di

paleontologia italiana» 5, 1941-1942, pp. 3-21.

PUGLISI, CASTALDI 1964: S. M. Puglisi, E. Castaldi, *Aspetti dell'accantonamento culturale nella Gallura preistorica e protostorica*, «Studi Sardi» XIX, 1964, pp. 59-148.

RENFREW 1987: C. Renfrew, *Progressi nell'archeologia dell'interazione: la questione dei megaliti*, «Scienze dell'antichità: storia, archeologia, antropologia, Dipartimento di scienze storiche, archeologiche e antropologiche dell'antichità» 1, 1987, pp. 497-512.

TANDA 1978: G. Tanda, *Monte Dominigu (Uri-SS)*, «Rivista di Scienze Preistoriche» 33, 1978, p. 447.

THOMAS *et alii* 2008: D. Thomas, F. Kidd, S. Nikolovski, C. Zipfel, *The Archaeological Sites of Afghanistan in Google Earth*, «AARGnews» 37 (September), 2008, pp. 22-30.

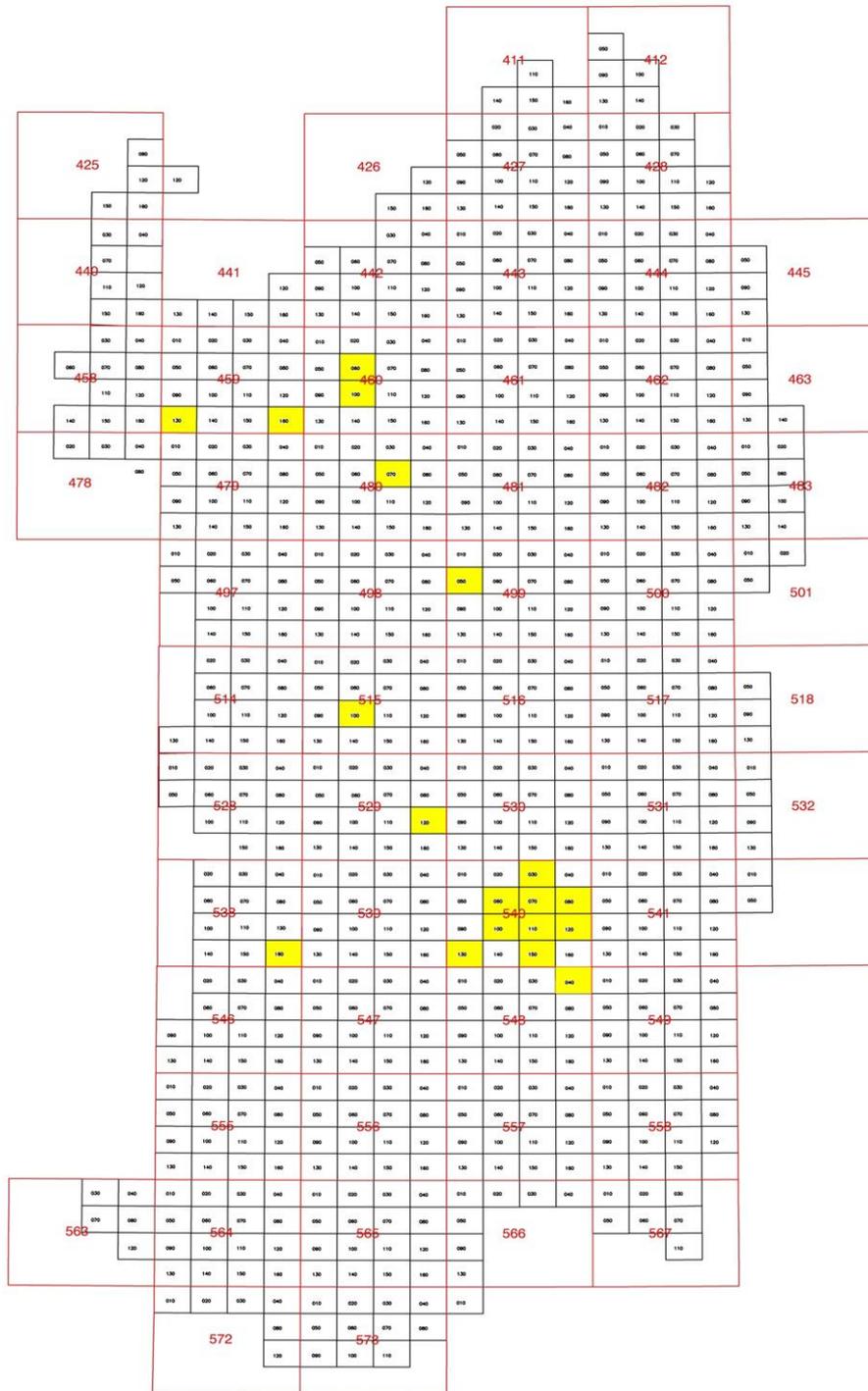


Fig. 1: Quadranti della Carta Tecnica Regionale oggetto dell'indagine (elaborazione grafica: P. Marcialis).

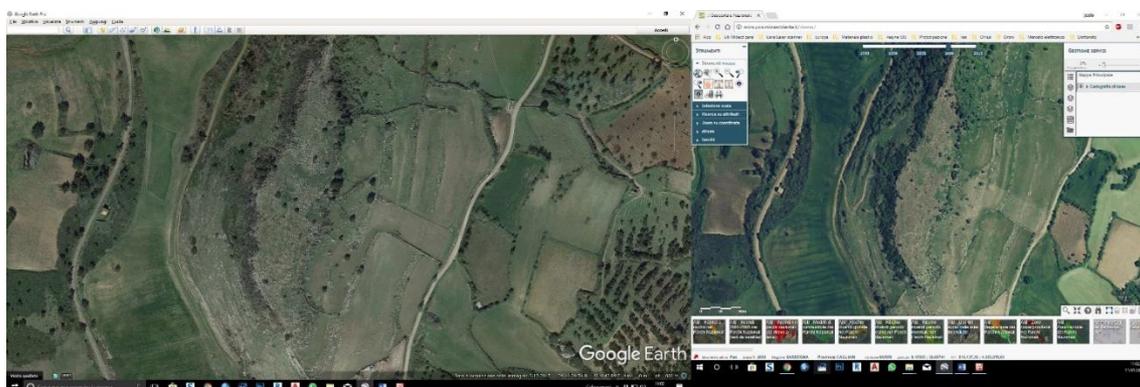


Fig. 2: WebGIS a confronto (elaborazione grafica: P. Marcialis).

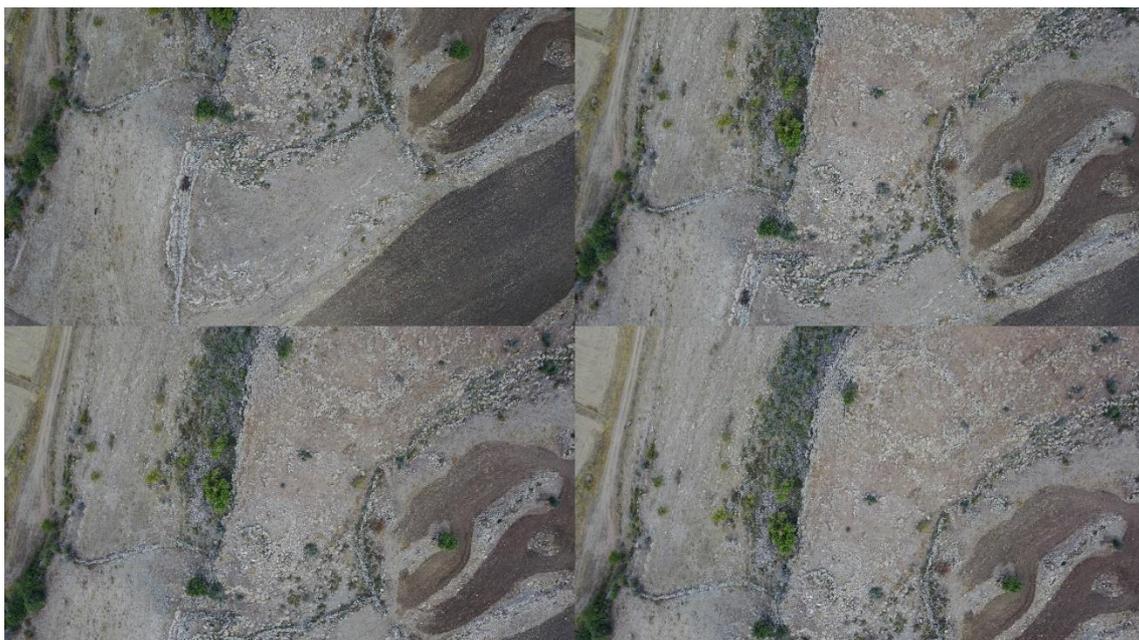


Fig. 3: Sequenza di immagini aeree rilevate da drone, utilizzabili sia per la verifica dei siti che per un rilievo aerofotogrammetrico (elaborazione grafica: P. Marcialis).



Fig. 4: Utilizzo del 3D Laser Scanner a differenza di fase per il rilievo di un circolo megalitico (foto: P. Marcialis).



Fig. 5: Rilievo con GPS del circolo e dei target sferici di riferimento da utilizzare per la georeferenziazione delle scansioni (foto: P. Marcialis).

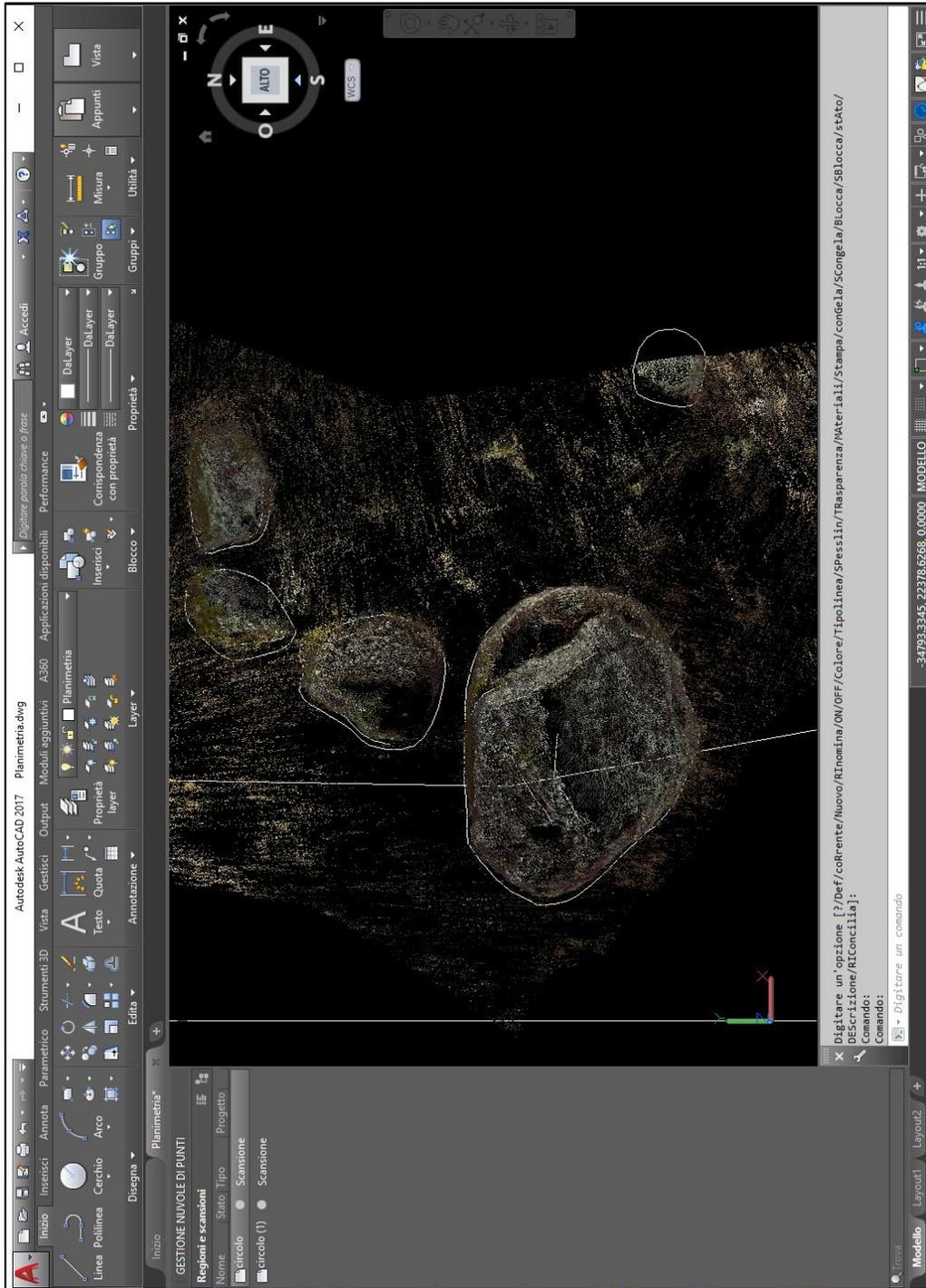


Fig. 6: Restituzione su CAD di una planimetria elaborata sulla base di una nuvola di punti (elaborazione grafica: P. Marcialis).