

Confini interetnici: il contributo della Geomatica alla ricostruzione degli assetti territoriali di Enotria e Lucania tirrenica fra VI e IV secolo a.C.

Elio De Magistris^(a), Alessandro Di Benedetto^(b), Margherita Fiani^(c)

^(a) Dipartimento di Scienze del Patrimonio Culturale, Università di Salerno, Via Giovanni Paolo II, 132, 84084, Fisciano (SA)

^(b) Dipartimento di Ingegneria, Università Roma Tre, Via Vito Volterra, 62, 00146, Roma (RM)

^(c) Dipartimento di Ingegneria Civile, Università di Salerno, Via Giovanni Paolo II, 132, 84084, Fisciano (SA)

Riassunto

Si presenta un caso di studio (ricerca in itinere) di particolare interesse, che illustra come il rinvenimento e lo scavo di un bene culturale, i siti archeologici di Castelluccio di S. Mauro La Bruca e Pisciotta (Salerno), permetta di ricostruire le modalità di formazione e delimitazione dei paesaggi antichi. Gli indicatori culturali della territorializzazione diventano significativi al massimo grado in aree di contatto fra etnie diverse: grazie ad essi si individua il peso di discriminanti geografici che segnano una cesura tra diversi comportamenti simbolici ed economici in aree simili dal punto di vista pedologico e oroidrografico. La caratterizzazione delle aree di confine tra il VI e il IV secolo a.C. di un vasto settore costiero tirrenico, tra Poseidonia-Paestum a nord e l'odierno confine calabro-lucano a sud, ha risvolti apprezzabili ancor oggi, con significativi ritorni nelle attuali confinazioni amministrative, ma anche netti scollamenti spiegabili con i modi di produzione sociale peculiari delle etnie a contatto. Il ruolo della Geomatica negli studi archeologici a dimensione regionale è pertanto strategico perché consente, attraverso la materializzazione e la misura di una rete topografica, di inquadrare le aree di ricerca in un sistema di riferimento cartografico con un'accuratezza sub-centimetrica e, attraverso il telerilevamento, di ottenerne un modello metricamente corretto. L'estrema accuratezza dell'inquadrimento cartografico di siti antichi marcatori di liminarietà si rivela fondamentale anche per recuperare gli aspetti percettivi di assetti territoriali perduti.

1. Introduzione

Scopo della ricerca condotta nell'area della Lucania tirrenica antica è comprendere come le forme di contatto tra Greci ed Enotri prima, Lucani poi, abbiano inciso sul paesaggio antico, caratterizzandolo con marcatori divenuti capisaldi visivi di frontiera (De Magistris, 2016). La diversa funzione dei punti focali che circoscrivono aree distinte di occupazione individua forme di territorializzazione simbolica e materiale (Turco, 2010; Raffestin, 2017) succedutesi nel tempo negli stessi luoghi: il marcatore culturale è il solo ad essere reificato sul terreno nelle fasi più antiche, ma diventa complementare di strutture militari nelle epoche più recenti. Le scelte di posizionamento

permettono di distinguere tra frontiere spontanee o consuetudinarie e frontiere di conquista: le prime si adeguano al contesto oroidrografico, attestandosi sugli spartiacque dei bacini idrografici, le seconde prescindono dalla morfologia naturale, generando una molteplicità di marcatori/dissuasori.

Il caso di studio qui presentato riguarda una frontiera antica di tipo spontaneo, individuata sullo spartiacque occidentale del fiume Lambro (comuni di Ascea, Pisciotta, S. Mauro La Bruca_Salerno). Due siti archeologici, nella fase iniziale di esplorazione, rappresentano i marcatori antropici della dorsale a H=796m e a H=701m s.l.m., e a una distanza in linea d'aria di circa 3 km (Figura 1).

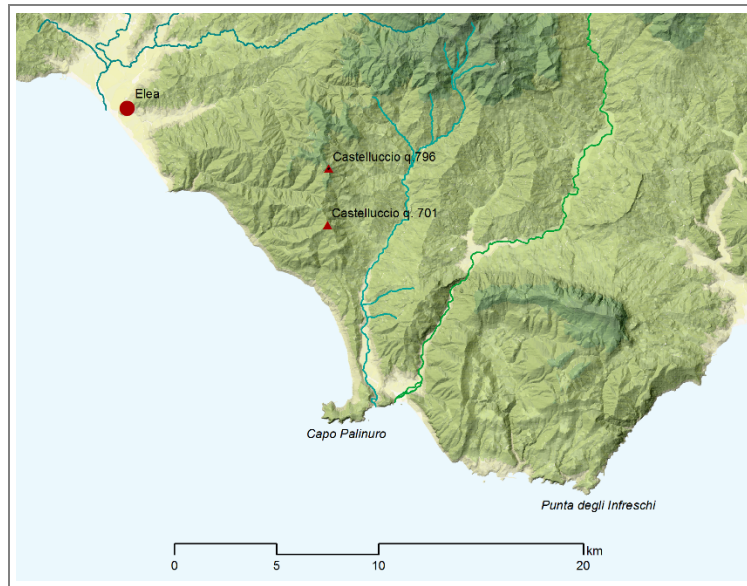


Figura 1 - Area di studio

Nel primo sito (H=796) si è riconosciuto un santuario rurale, abbandonato e trasformato nella fase finale delle frequentazioni che durano più di un millennio; nel secondo (H=701) sembra potersi individuare una struttura difensiva in uso per un periodo molto più breve, tra la fine del IV e gli inizi del III secolo a.C. I dati di superficie e l'analisi di visibilità (Figura 2), inducono per ora ad attribuire la materializzazione della frontiera agli Italici gravitanti nell'area di Roccagloriosa ma, come in tutte le aree di confine dell'antichità, l'attribuzione etnica degli impianti è possibile solo con l'indagine in profondità. Le metodiche di scavo, sempre più formalizzate e complesse, trovano un indispensabile ausilio nella Geomatica, soprattutto nel caso del primo sito, di seguito considerato: precisione di inquadramento topografico, individuazione delle aree di spoliazioni moderne, calcolo dei volumi di scavo e di unità stratigrafiche, supporto al restauro finale, revisione del dato catastale, sono alcuni dei vantaggi prodotti dalla felice sinergia interdisciplinare applicata a un confine che si perpetua da 2500 anni.

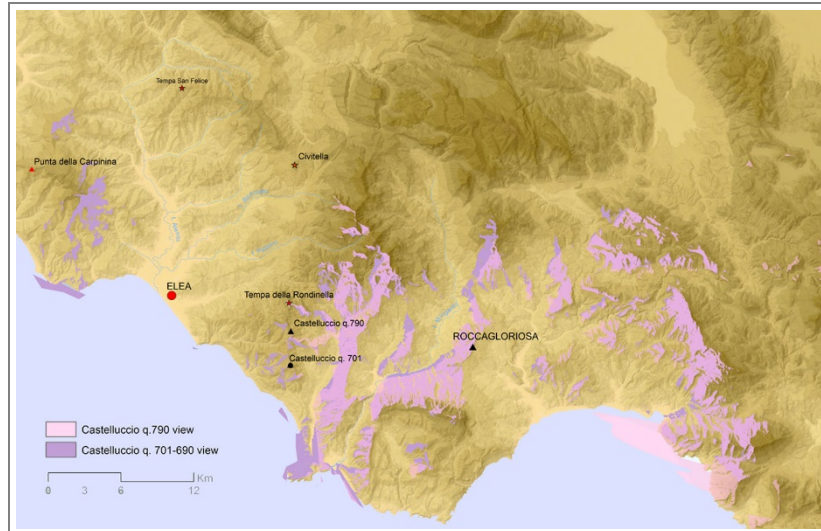


Figura 2 – Analisi di visibilità nell’area di confine considerata

2. Metodi e Materiali

Le operazioni preliminari hanno previsto la materializzazione mediante tracciamento GPS e una prima misura (Giugno 2017) di quattro cippi fino disposti nei vertici della maglia contenente il sito. La seconda misura è stata fatta nel settembre 2017. I punti sono stati misurati in modalità statica realizzando due basi GPS di 6 ore tra uno dei quattro cippi e due vertici della Rete di Stazioni Permanenti della Regione Campania, Vallo e Sapri. Contemporaneamente sono stati misurati i restanti tre cippi, sempre in modalità statica con durata di 2 ore per ciascun punto (rover).

Successivamente è stato realizzato un raffittimento della rete in prossimità dell’area oggetto di scavo con maglie quadre di 5 metri; i nodi della rete sono stati materializzati mediante picchetti in acciaio in modalità di tracciamento con tecnica GPS NRTK. I quattro cippi, oltre a materializzare localmente il sistema di riferimento scelto, UTM/ETRF00 con quote ellissoidiche, servono di appoggio per la misura dei target (utilizzati per la misura Lidar) poiché costituiscono i vertici di una poligonale esterna (Figura 3).

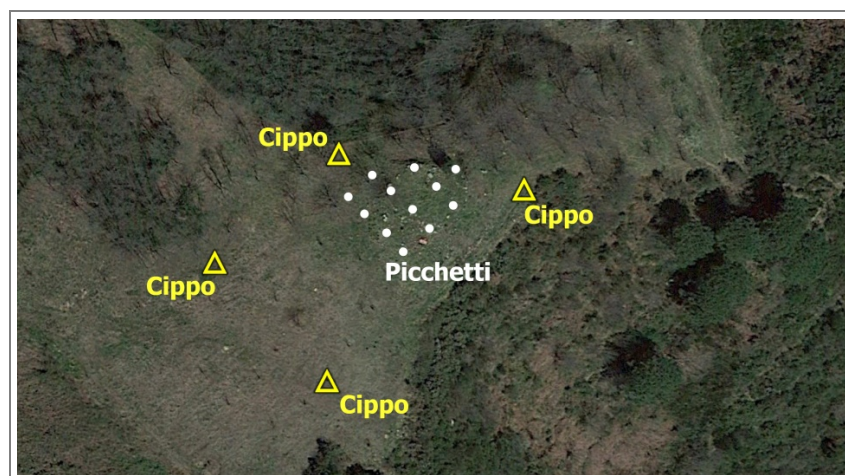


Figura 3 – Cippi e Picchettamento.

Le misure sui picchetti sono state fatte mediante stazione totale, da tre stazioni sui tre cippi; da ogni stazione sono stati misurati distanze e angoli secondo lo schema di Figura 4, utilizzando una stazione ausiliaria per ragioni di visibilità (indicata con un triangolo giallo in figura).

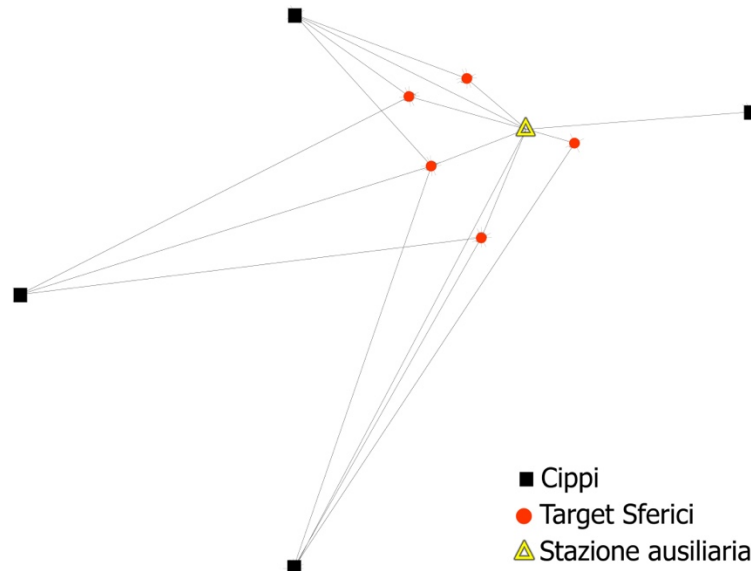


Figura 4 – Schema rilievo target.

La misura per la restituzione tridimensionale dello stato di fatto è stata fatta con due diverse tecniche di telerilevamento: Laser Scanner Terrestre (LST) e un volo fotogrammetrico nadirale per mezzo di un UAV (Unmanned Aerial vehicle). La misura LiDAR è stata effettuata con il LST Faro X130 HDR a misura di fase da 10 stazioni, con l'ausilio di 10 target sferici, di cui 5 su treppiede (punti rossi in Figura 4), disposti in modo omogeneo e ben visibili dai 4 cippi mentre gli altri 5 (punti blu) sono serviti solo per la co-registrazione delle scansioni. Le stazioni sono state scelte in modo da garantire maggior visibilità dell'area e ridurre il più possibile ombre e occlusioni con l'obiettivo di ottenere una risoluzione omogenea delle scansioni e con l'obiettivo di visualizzare almeno tre target in ogni scansione in modo da garantire una buona accuratezza durante l'allineamento e la georeferenziazione delle nuvole di punti (Figura 5).

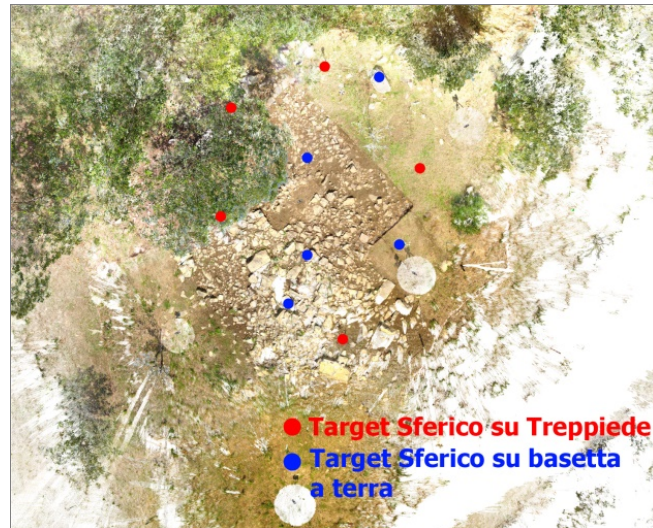


Figura 5 – Posizione target sferici.

Il volo fotogrammetrico è stato realizzato mediante un esacottero Matrice 600 DJI Pro (Figura 6, sinistra), con camera (Modello FC 550) dotata di un sensore Panasonic GH4 da 16 Mpx (risoluzione 4608 x 3456 con pixel di dimensioni 3.76 x 3.76 μm) e un obiettivo con focale equivalente 15 mm, f/1.7 e FOV 72°. L'acquisizione fotogrammetrica è stata realizzata con piano di volo; in totale sono state acquisite 63 immagini in time laps con intervallo di acquisizione di 5 secondi, in modo da garantire una buona sovrapposizione tra i fotogrammi. È stata misurata una rete GPS costituita da 4 punti di appoggio (Ground Control Points, GCP) per la georeferenziazione (Figura 6, destra). I punti sono stati materializzati a terra mediante target fotogrammetrici fissati a terra con chiodi topografici e misurati sia in modalità NRTK che in modalità Statica con base di circa due ore su uno dei cippi. Il sistema di riferimento adottato è il medesimo, UTM/ETRF00 con quote ellissoidiche.



Figura 6 –UAV DJI Matrice 600 Pro e ortofoto con la disposizione dei 4 GCP.

L'elaborazione dei dati fotogrammetrici è stata effettuata con il software Agisoft PhotoScan. Nella fase di allineamento sono stati impostati i parametri: Accuracy = High, Key point limit = 80000, Tie point limit = 4000, mentre nella successiva realizzazione della nuvola densa i parametri utilizzati sono stati: Quality = High, Depth filtering = Disable, e si sono ottenuti circa 25 milioni di punti. In Figura 7 è riportata la posizione della camera per ogni scatto e una vista prospettica della nuvola densa generata.

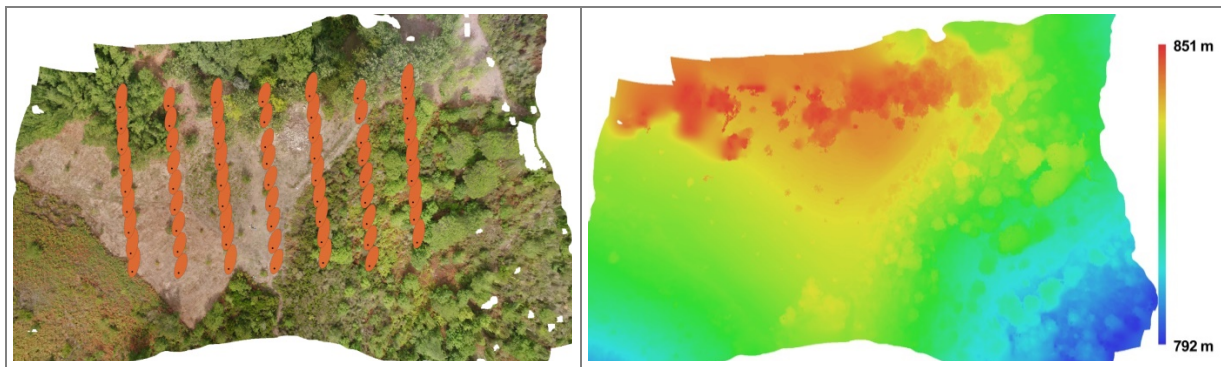


Figura 7 –Posizione Camera e nube densa.

I residui sui GCP della georeferenziazione, fatta tramite Bundle Adjustment, sono riportati in Tabella 8 è possibile nelle tre componenti.

GCP	res E [cm]	res N [cm]	res h [cm]	res 3D [cm]	res in Pixel
100	2.5	1.4	0.3	2.8	0.3
200	-3.3	1.1	0.1	3.5	0.3
300	0.4	-0.8	0.0	0.4	0.3
400	0.5	-2.2	-0.5	2.4	0.3

Tabella 8 – Residui sui GCP

2.1 Costruzione dei modelli digitali di elevazione

Le nuvole di punti ottenute sono state editate prima di essere sottoposte a processi di interpolazione; è stata eliminata la vegetazione ed estratta solo la porzione di interesse e comune ad entrambe le misure. L'interpolazione su grigliato e la produzione del DEM (Digital Elevation Model) è stata effettuata con l'interpolatore geostatistico Kriging. L'intervallo dei nodi del grigliato è stato posto pari a 3cm, compatibile con la densità media del modello prodotto per via fotogrammetrica (2.7cm). Nelle Figure 9 e 10 sono mostrati (pannelli di sinistra) i DEM visualizzati in modalità shaded relief mentre nei pannelli di destra sono mostrate le relative mappe delle deviazioni standard (dev.st).

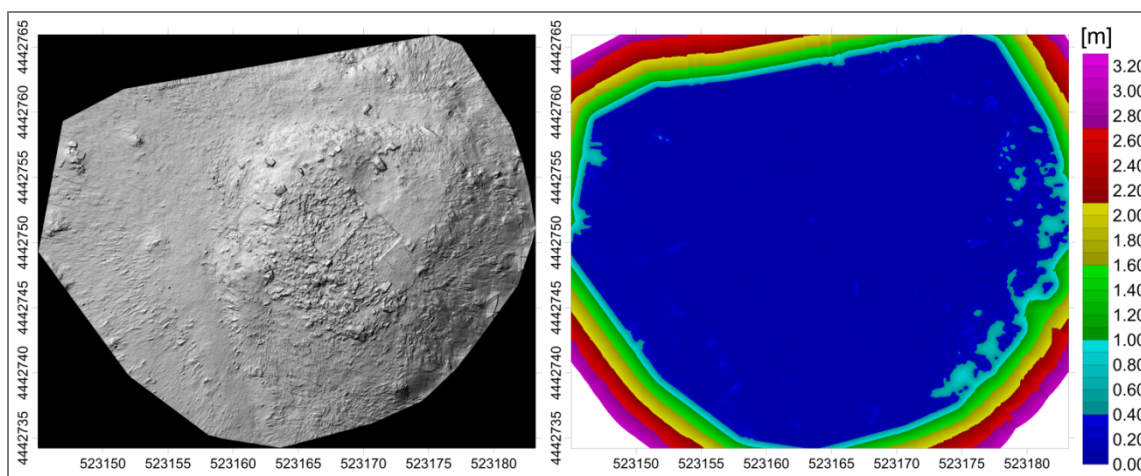


Figura 9 – Mappa 'Shaded Relief' DEM da Lidar e Mappa della Deviazione Standard.

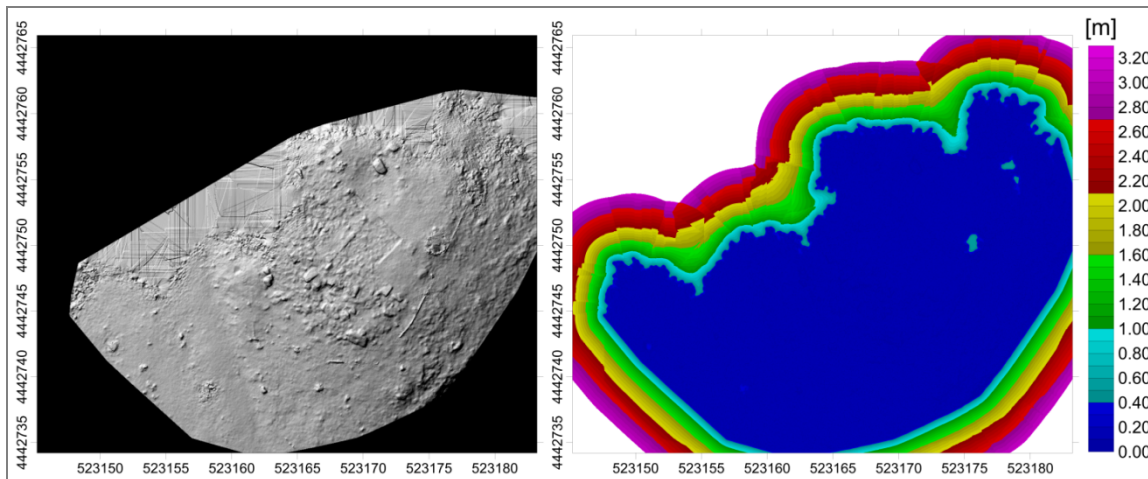


Figura 10 – Mappa 'Shaded Relief' DEM da UAV e Mappa della Deviazione Standard.

È stata quindi calcolata la differenza di quota tra i due DEM della sola area dello scavo dove i valori di dev.st. risultano inferiori a 10cm (Figura 11). In Tabella 12 è riportata una statistica di sintesi della differenza di quota tra i modelli.

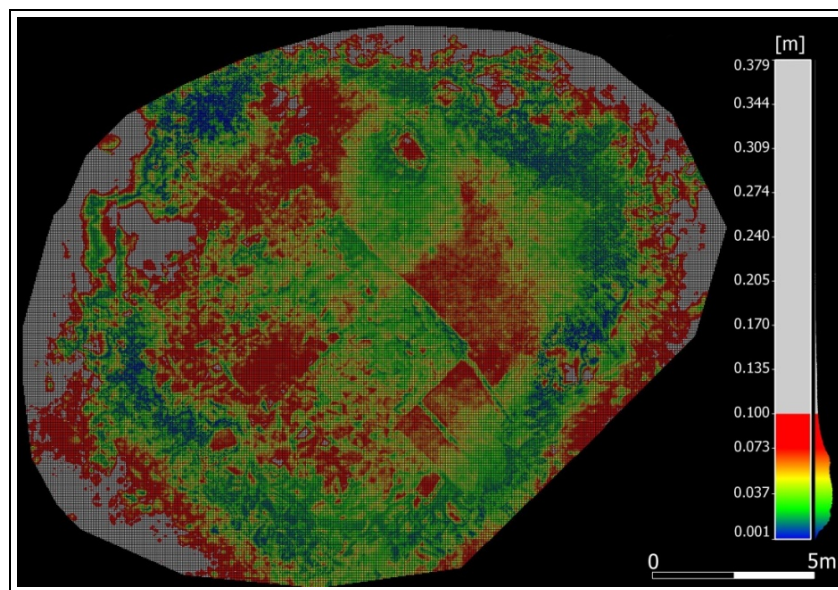


Figura 11 – DEM Lidar Vs DEM UAV

Media [cm]	5.9
Deviazione Standard [cm]	4.3
MAD [cm]	3.0
Kurtosis	8.32
Skewness	1.97

Tabella 12 – Statistica differenza di quota tra i modelli Lidar e Drone

3. Discussione e Conclusioni

Le tecniche del telerilevamento permettono una più celere misura dello stato di fatto di strutture e stratigrafie in corso di scavo, oltre che dei volumi asportati, facilitano la delimitazione delle aree di sconvolgimento dei siti, non immediatamente apprezzabili *de visu*, permettono di programmare il restauro con il riposizionamento degli elementi architettonici dislocati, accelerando tutte le procedure, di per sé lunghe e dispendiose, del cantiere archeologico. Inoltre,

dai risultati statistici l'errore medio rispetta le tolleranze legate al grado di risoluzione relativo per la cartografia adottata in ambito archeologico.

Ringraziamenti

Si ringrazia l'ing. Luciano Allegri della CSD'A s.r.l. per aver effettuato il volo da UAV.

Bibliografia

Raffestin C. (2017), "Territorialità, territorio, paesaggio", in *Territorialità: concetti, narrazioni, pratiche. Saggi per Angelo Turco*, Franco Angeli Editore, Milano.

De Magistris E. (2016), *Elea-Velia. Indicatori di frontiera, economia del territorio*, Congedo Editore, Galatina.

Turco A. (2010), *Configurazioni della territorialità*, Franco Angeli Editore, Milano.