

In-between places. Ibridazioni digitali multiscalari del sistema delle cave campane

Giuseppe Antuono, Valeria Cera, Vincenzo Cirillo, Emanuela Lanzara

Abstract

I siti ex-estrattivi rappresentano una delle maggiori sfide per le politiche di rigenerazione territoriale in Europa e nel mondo, definiti spesso, nelle loro connotazioni spazio-tipologiche, con accezioni che ne lasciano generalmente intendere qualità negative quali episodici spazi frammentari e, talvolta, degradati, non evidenziando il loro valore di 'paesaggi culturali'. Nonostante un preliminare e non esaustivo contesto normativo di riferimento nazionale e regionale, il tema della valorizzazione di tali ambiti necessita di maggiore attenzione da parte della comunità scientifica, soprattutto nel rispetto dell'attuale scenario internazionale. Nello specifico, per la sua numerosa concentrazione di aree estrattive, peculiare attenzione merita la realtà territoriale della regione Campania, con la messa a punto di un sistema informativo aperto da cui desumere una rappresentazione sinottica dello stato di fatto che integri l'identità storico-culturale con la dimensione figurativa e percettiva dei luoghi.

Parole chiave: cave, sistemi informativi territoriali, rappresentazione multiscalare, percezione, memoria.

Introduzione

All'interno del più ampio panorama del tema condotto sul recupero dell'identità storico-culturale dei siti ex-estrattivi – descritti da due tipologie prevalenti di cave, 'in sotterranea' e 'a cielo aperto' – non si evidenziano negli ultimi anni particolari studi di tipo percettivo di questi 'vuoti', intesi come spazi 'in negativo' tanto marginali, quanto relazionati alle architetture ad essi 'connesse'.

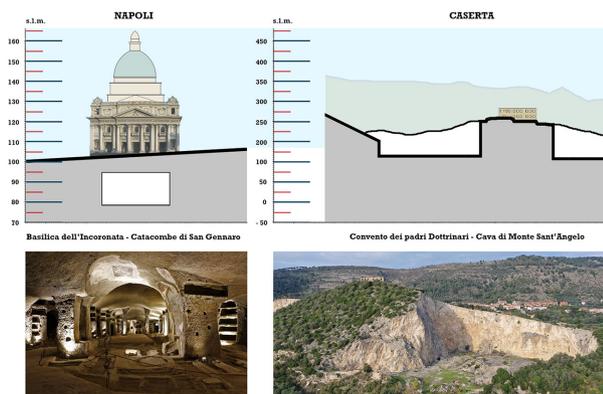
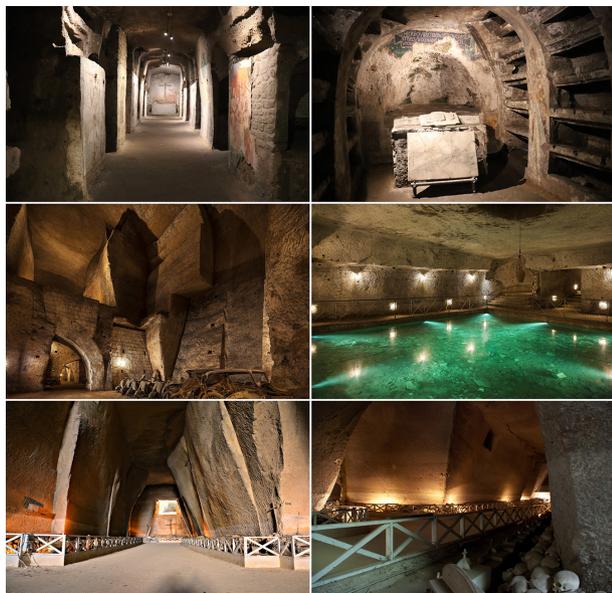
In tal senso, lo studio proposto come avanzamento dei risultati presentati al convegno UID 2020 *Connettere. Un disegno per annodare e tessere*, mira ad interpretare attraverso una scomposizione semantica di tipo multiscalare i rapporti morfologico-compositivi *up & down, inside & outside* tra il patrimonio paesaggistico-architettonico e le cave naturali e/o artificiali della regione Campania, per indagare

il carattere identitario dei suoi luoghi, mutati nel corso del tempo.

Sulla base di una consolidata prassi metodologica di rilievo digitale e rappresentazione integrata, implementata attraverso i *3D Map generators* e l'allestimento di una banca dati multilivello GIS, la ricerca descrive i caratteri configurativi di un 'prototipo reiterabile' generati dalla comparazione e dall'integrazione delle diverse tecniche di gestione e manipolazione dei dati (GIS/VPL). Pertanto, si esplicitano i tratti di una realtà urbana e paesaggistica complessa, ibrida, caratterizzata dalla presenza di episodici spazi frammentari e, talvolta, degradati, per rivelarne il *genius loci* attraverso l'ausilio del disciplinare del disegno inteso come strumento di analisi per il recupero della memoria [1].

Fig. 1. Cavità sotterranee a Napoli. In alto, Catacombe di San Gaudioso; al centro, Galleria Borbonica; in basso, Cimitero delle Fontanelle, da: Wikimedia Commons.

Fig. 2. A sinistra, cava 'in sotterranea': Catacombe di San Gennaro; a destra, cava 'a cielo aperto' del Monte Sant'Angelo a Caserta (elaborazione grafica degli autori).



In-between places. Il 'vuoto' come ambito di ricerca della metamorfosi spazio-percettiva

Gli spazi caveali, intesi come luoghi di approvvigionamento di risorse materiali posseggono, nella loro processualità metamorfica, un grande potenziale di ricerca sperimentale. La loro ri-definizione, alla luce delle contemporanee direttive ecologiche nazionali e internazionali, sta divenendo per la disciplina del disegno un privilegiato ambito di indagine. Categorizzate come 'a cielo aperto' (con una quota di calpestio situata in prossimità della superficie del suolo) o 'in sotterranea' (al di sotto del piano di campagna), tutte le cave sono definite dal 'vuoto', costruito per sottrazione di materia, in cui vige il primato della dimensione intro-versa dello spazio [Bachelard 1999]. In tal senso, esse appaiono in perenne attesa di conquista di un nuovo ruolo rispetto al solo aver fornito un alimento alla costruzione di 'memorie urbane' in superficie, specie per quelle dismesse [Trasi 2001].

Confrontarsi dunque con le aree ex-estrattive in Campania, significa guardare al contesto spaziale delle cave nel rispetto della loro identità formale non intaccando l'invaso superficiale del giacimento, sia esso apogeo o ipogeo. Inoltre, particolare attenzione deve essere posta al paesaggio circostante che ha purtroppo visto modificare nel tempo i suoi valori spazio-percettivi.

Riferendo questo primo ambito di indagine alla zona di Napoli e di Caserta, si riscontra che la ricerca scientifica, in questi anni, ha rivolto in gran parte l'attenzione alle cave dismesse.

A Napoli, all'interno della complessa compagine geologica compresa dall'edificio craterico del Vesuvio ad oriente e il distretto vulcanico dei Campi Flegrei ad occidente [Papa 1993, p. 94], si annoverano innumerevoli cavità sotterranee nate sia da fenomeni naturali che antropici, in precedenza già oggetto di indagine e catalogazione per tipologia di materiale estratto [Cardone 1993]. Queste ultime nascono sia dall'incessante azione dell'acqua che nel corso dei secoli ha scavato profondi solchi nei banchi tufacei che dall'estrazione del materiale da costruzione che avveniva *in situ*.

All'interno di questo vasto panorama di cavità sotterranee, adoperate utilitaristicamente per svariati scopi, si annoverano cimiteri, catacombe, gallerie, pozzi, ripari antiaerei (fig. 1). L'attuale configurazione spaziale delle cave 'in sotterranea' è funzione del metodo di coltivazione e delle tecniche di scavo. Le più ricorrenti sono quelle 'a galleria con cunicoli laterali' e 'camere a pilastri' [Santarelli 2015, p. 20]. Il primo

esempio è riconducibile alle catacombe di San Gaudioso; il secondo, alle catacombe di San Gennaro (fig. 2, sinistra). In generale, le cave di sottosuolo della città di Napoli, pur in esempi eccellenti di valorizzazione (si pensi alla Galleria Borbonica) non hanno goduto di un pari interesse dei siti caveali 'a cielo aperto' del promontorio casertano. La ragione sembrerebbe essere duplice. La prima, è associabile al fatto che le cave 'in sotterranea' di Napoli, nell'essere state spesso considerate il fulcro centrale su cui andare a sovrapporre una 'memoria architettonica', risultano prevalentemente accessibili. Per cui, la connessione fra lo spazio vuoto nel suolo e quello pieno in superficie, instaura ancora un legame di appartenenza reciproco e di accessibilità culturale. L'altra ragione, di contro, sembrerebbe essere riconducibile al fatto che esse, costituendo un gruppo di ambiti introversi, interessa enormi aree nascoste, del tutto celate alla vista, in cui i principali flussi comunicativi di luci, suoni e colori che caratterizzano il mondo di superficie sono del tutto assenti. Le cave 'a cielo aperto' rappresentano, invece, scomodi contesti ambientali, ben più evidenti rispetto alle cave di sottosuolo. Di fatti, nella maggior parte dei casi, i grandi sbancamenti in superficie si impongono alla vista come paesaggi 'interrotti', che compromettono la vivibilità, la praticabilità e la fruibilità [Clément 2005]. Inoltre, sul piano dell'estetica, compromettono l'immagine 'continua' e 'complessiva' dei territori, oltre che la relazione visivo-percettiva delle architetture ad esse prospicienti. È quello che accade lungo la fascia del promontorio casertano: enormi squarci di suolo

incrinano e deturpano la complessità spaziale del paesaggio. Inoltre, in prossimità di essi sono presenti una serie di puntuali emergenze architettoniche in stato di abbandono e di degrado che instaurano con l'ambiente circostante una percezione sovversa, ossia una doppia separazione fra l'elemento cava e le emergenze architettoniche ivi presenti e, queste ultime, con il paesaggio (fig. 2, destra).

Per comprendere come quest'ultimo costituisca un fenomeno molto diffuso nell'area di Caserta, basti pensare come dai piani regionali sulle attività estrattive emerga una presenza di zone caveali pari al 27,5% del totale regionale contro il 14,7% dell'area metropolitana di Napoli [2]. Più nel dettaglio, per Caserta, la tipologia 'a cielo aperto' porta a rassegna complessivamente 422 cave, di cui 46 autorizzate, 59 chiuse, 317 abbandonate. Queste ultime ammontano a circa il 29,8% del totale campano. Infine, alle 422 si aggiungono altre 36 cave abusive.

Dai precedenti dati emerge che l'area casertana rappresenta la principale attività di approvvigionamento di materie prime per il territorio campano dove l'attività estrattiva degli ultimi decenni, di matrice prevalentemente calcarea, ha prodotto un gran numero di siti dismessi e abbandonati disseminati puntualmente lungo il versante collinare dei Monti Tifatini [Buondonno 2001], sul confine nord della pianura campana, a ridosso dei principali assi infrastrutturali.

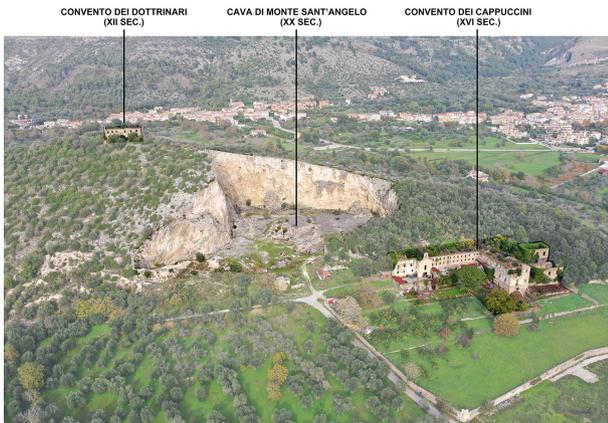
Da Capua a Maddaloni il contesto urbano è caratterizzato da aree terrazzate e vuoti che hanno compromesso la qualità percettiva del quadro paesistico (fig. 3); in particolare

Fig. 3. Il paesaggio di Maddaloni ieri e oggi (in rosso, le cave oggi presenti. In arancio, la porzione oggi assente) (elaborazione grafica degli autori).



Fig. 4. Quadro di sintesi del complesso ambientale del sito caveale di Monte Sant'Angelo (elaborazione grafica degli autori).

Fig. 5. Veduta aerea con indicazione delle principali emergenze architettoniche adiacenti al sito caveale di Monte Sant'Angelo (elaborazione grafica degli autori).



oggi l'area collinare nella città di Caserta è caratterizzata da notevoli squarci che disconnettono la cornice paesaggistica che un tempo componeva il fondale scenico del Parco della Reggia, luogo privilegiato dai viaggiatori da cui ritrarre la piana casertana (ad esempio, J. P. Hackert, A. Veronese, S. Fergola) [Conti, Valerio 2012].

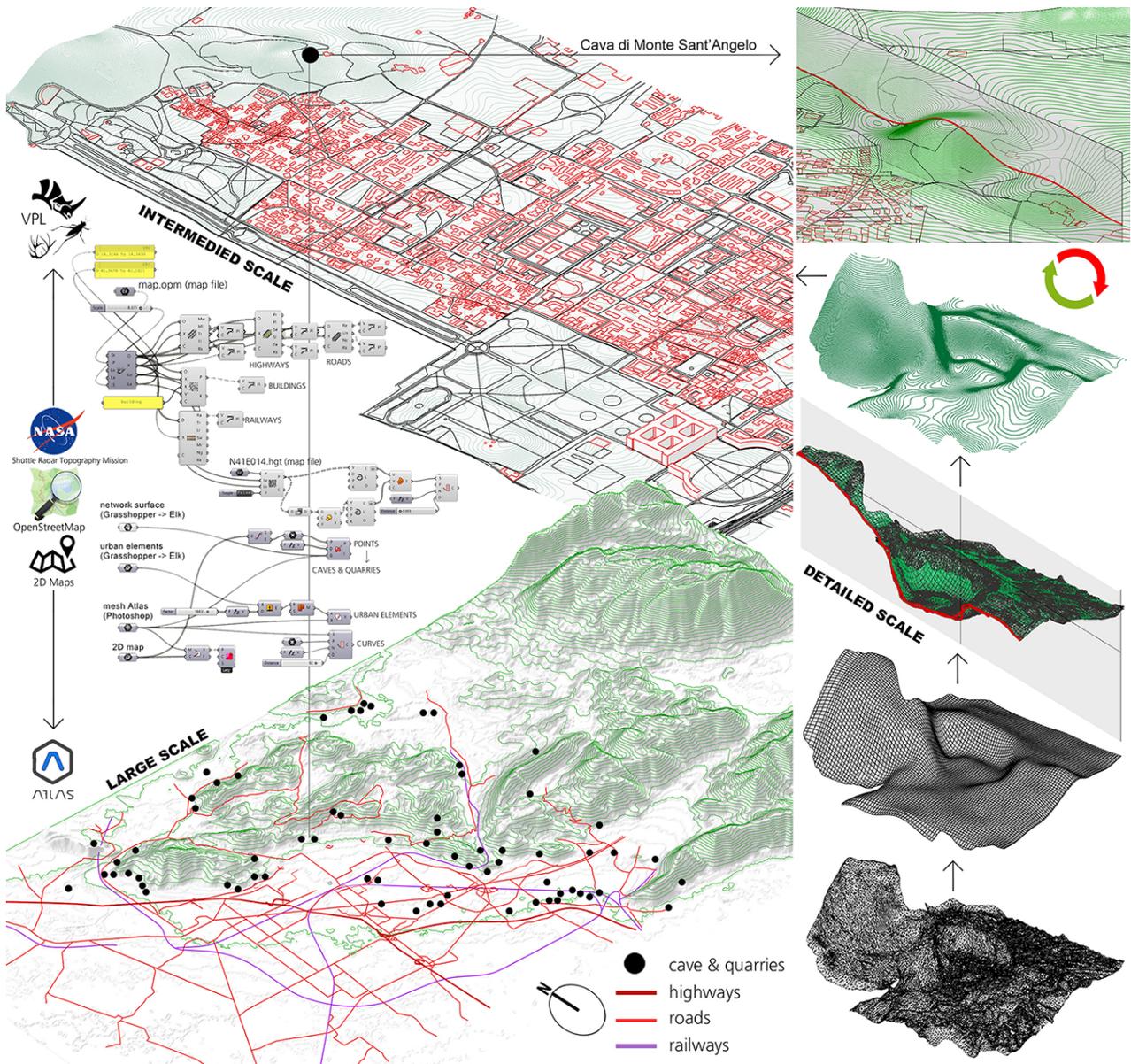
Il sistema cava. Ri-presentazione multi-scalare e interpretazione multilivello dei luoghi

Sulla base delle peculiarità del sistema caveale casertano precedentemente descritte è stato individuato un primo caso studio da intendersi come un prototipo reiterabile finalizzato ad avviare l'attività di ricerca: la cava dismessa di Monte Sant'Angelo, sita nel comune di Caserta (fig. 2, destra).

Situata sui rilievi collinari dei Monti Tifatini posti a ridosso del parco reale di Vanvitelli, la cava si connota, in ragione delle sue dimensioni, quale lacuna sia fisica, che percettiva di forte impatto. Si tratta di un vero e proprio vuoto a cielo aperto, con pareti di scavo alte fino a 75 m e un invaso di circa 22.000 mq. Il giacimento è il risultato di un'attività estrattiva che ha interessato il banco calcareo con una coltivazione a monte con fronte unico di scavo, inattivo già nel primo decennio del XXI secolo (fig. 4). La scelta del caso studio risiede principalmente nella singolare allocazione della cava, che ha dettato l'esigenza di operare metodologicamente attraverso l'ausilio di modelli tridimensionali *open e/o reality-based* con restituzioni di tipo multi-scalare (scala vasta e di dettaglio). Il sito occupa infatti una posizione quasi baricentrica rispetto a due emergenze storiche: l'abbandonato convento dei Cappuccini di Puccaniello a nord-est (seconda metà del XVI secolo) e le rovine del convento dei padri Dottrinari a nord-ovest (prima metà del XII secolo) (fig. 5). Allo stesso tempo, si impone alla vista in stretta vicinanza al tessuto urbano.

L'eccezionalità del luogo non è scoperta recente. La posizione prossima alla residenza dei Borbone, percepibile da un punto di vista posto a una quota tale da aprire alla visione l'intera piana di Caserta, ha reso il Monte Sant'Angelo meta prediletta di vedutisti come J. P. Hackert che proprio qui nella prima metà del XVIII secolo ha realizzato uno dei suoi dipinti più famosi, *La veduta del Palazzo Reale di Caserta dal Convento di San Francesco* (1782, Museo Reggia di Caserta).

Fig. 6. Integrazione di risorse digitali per la modellazione multiscalare del territorio casertano (elaborazione grafica degli autori).



Tali premesse hanno motivato le successive attività di analisi e di digitalizzazione a scala territoriale e urbana e la predisposizione di un contenitore digitale la cui interfaccia grafica (modello) deriva dall'integrazione tra prodotti di rilievo fotogrammetrico aereo, *digital map tiles* e georeferenziazione di fonti iconografiche e cartografiche tradizionali. L'obiettivo è quello di restituire e descrivere la complessità morfologica, urbana e fisico-geografica del sito, proponendo interpretazioni e approcci multilivello basati sull'identità storica, sulle vicende di sfruttamento dell'area e sulla sua incidenza nella formazione del paesaggio costruito circostante.

A tal proposito, la continua evoluzione dei processi di digitalizzazione ed informatizzazione favorisce la diffusione e la gestione dei *big data* legati alle risorse culturali, arricchisce le collezioni tradizionali e potenzia l'interazione dato/utente al fine di preservare e valorizzare l'identità di un patrimonio [Bianchini et al. 2019]. I vantaggi consistono nella possibilità di accesso ed esplicitazione diretta di informazioni, talvolta difficilmente integrabili e reperibili.

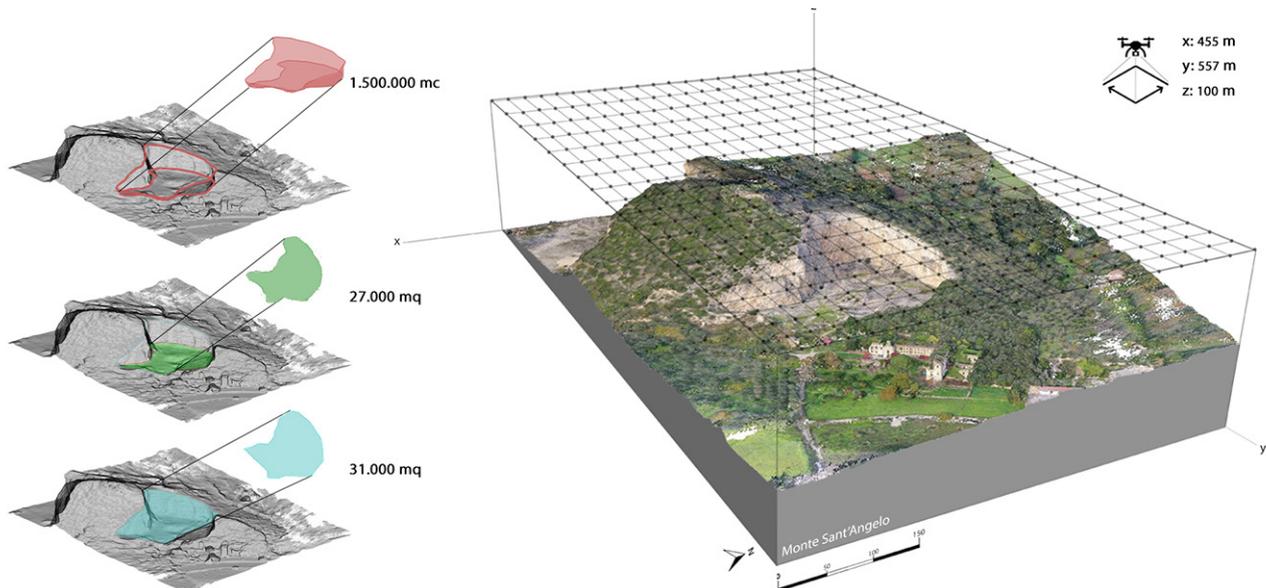
Gli attuali strumenti digitali semplificano l'acquisizione (piattaforme digitali *open data*), ma soprattutto la mani-

polazione (GIS/VPL) dei *big data* territoriali ed urbani, geometricamente definiti sotto forma di sistema discreto – griglie di punti, reti di curve, poligoni che strutturano i vari elementi – consentendo, dunque, la restituzione dell'orografia, dei sistemi viario, edificato, idrografico etc. [La Russa et al. 2021].

Inoltre, tale approccio integrato è strutturato tanto a scopo documentario e rappresentativo dei luoghi, quanto di pianificazione di future attività di valorizzazione delle aree e del patrimonio culturale, architettonico e ambientale, che li caratterizzano.

Pertanto, tale processo è finalizzato a integrare le informazioni contenute nelle *map tiles* georeferenziate, ottenibili tramite piattaforme digitali *open* quali *OpenStreetMap* e *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), con i dati fisico-geografici che completano la complessità di una realtà territoriale (*EPW Weather data*), gestibili all'interno di ambienti interoperabili [de Sousa et al. 2020; Fink et al. 2019]. In particolare, nell'ottica di avviare un processo integrato e multidisciplinare VPL/GIS, per la gestione e la valorizzazione delle risorse territoriali (scala vasta), urbane (scala intermedia, con particolare riferimento all'edificato

Fig. 7. Rilievo fotogrammetrico ed estrazione dati di superficie e volume della cava di Monte Sant'Angelo (elaborazione grafica degli autori).



in prossimità della cava) e i singoli edifici (scala di dettaglio, con particolare riferimento agli edifici 'magnete'), i *digital tools* sono stati integrati per estrarre e popolare un DEM (mesh/NURBS) del territorio oggetto di studio. Tali modelli discreti sono stati, quindi, implementati con la geolocalizzazione delle cave sulla base delle informazioni riportate all'interno delle mappe grafiche territoriali [3].

La logica di scomposizione semantica che struttura tali modelli *open* discreti favorisce l'implementazione del contenitore integrato, semplificando la localizzazione dei diversi elementi, esistenti e/o progettuali, che popolano il sistema (fig. 6).

In particolare, per testare tale processo, l'attività di ricerca parte dalla predisposizione del modello grafico della cava campione gestito mediante sovrapposizione, manipolazione e confronto tra *open* DEM e acquisizioni mediante rilievo fotogrammetrico aereo. Tale approccio mira a rispondere a due principali esigenze operative: l'accessibilità dei dati a scala vasta e l'estrazione del dettaglio geometrico.

Per dettagliare il modello territoriale *open*, sono stati acquisiti i dati morfo-metrici della cava di Monte Sant'An-

gelo attraverso una campagna di rilievo fotogrammetrico aereo secondo un *iter* operativo ormai consolidato anche in questo ambito [Torok et al. 2020]. Pianificate le missioni di volo con modalità di navigazione a *waypoints* (fig. 7, destra), le immagini sono state catturate con riprese ad asse inclinato e nadirale [Antuono et al. 2020]. L'altezza media di volo è stata impostata a 100 m dalla quota del crinale del monte per la presenza sul posto di elementi di interferenza sia percettiva che di trasmissione del segnale. Questo dato, unito alla percentuale di sovrapposizione dei fotogrammi pari a circa il 65%, ha permesso di acquisire informazioni con un GDS complessivo di 7 cm.

La nuvola di punti fotogrammetrica e la derivante mesh triangolata definiscono un sistema informativo estremamente preciso da cui è stato possibile estrarre alcuni degli indicatori e parametri di dettaglio indispensabili per la corretta classificazione della cava. I modelli di rilievo restituiscono il profilo delle pareti di scavo, la cui pendenza rispetto alla linea di orizzonte individuata dal piazzale, varia dai 92° ai 112° (fig. 8, destra).

I fronti di scavo si sviluppano verso il basso rispetto al coronamento dell'area di cava con un'unica parete verti-

Fig. 8. Analisi dei dati di acclività e altimetrici dei fronti di scavo (elaborazione grafica degli autori).

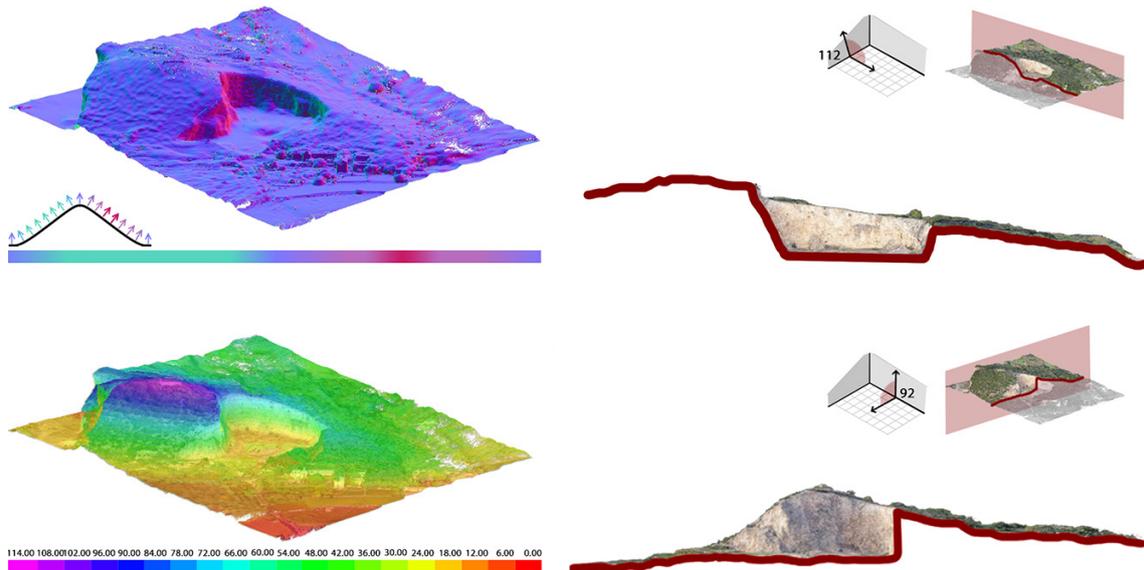
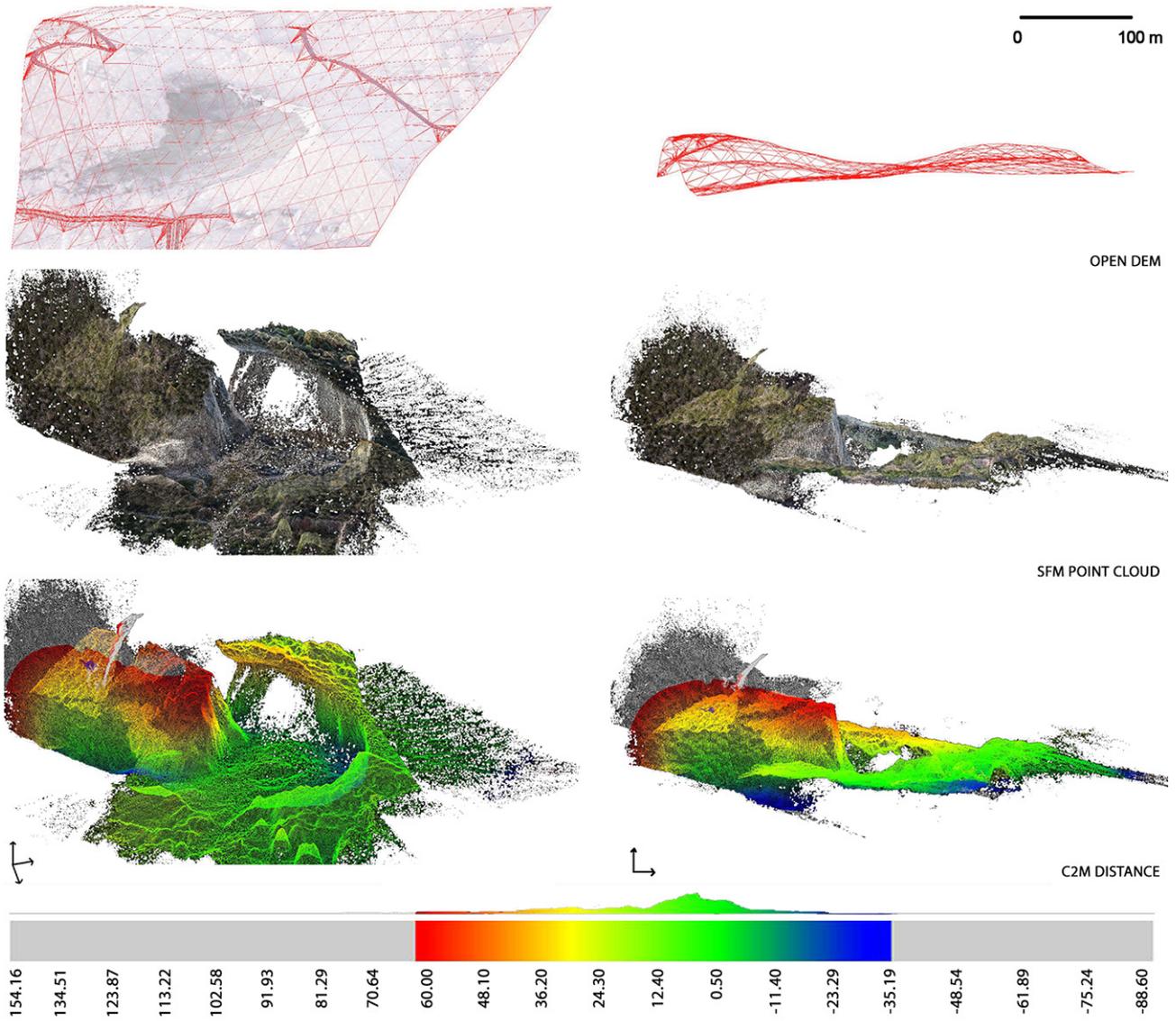


Fig. 9. Calcolo della divergenza geometrica tra la nuvola di punti fotogrammetrica e l'open DEM (elaborazione grafica degli autori).



cale realizzata per abbattimento per strisce affiancate con altezze variabili tra i 10.4 e i 65.6 m (fig. 8, sinistra).

L'attività di coltivazione 'a cielo aperto' ha determinato un vuoto nel banco di calcare con asportazione di un volume di materiale roccioso di circa 1.500.000 mc. L'estrazione di profili secondo piani orizzontali paralleli, distanziati con un passo di 1 m, ha evidenziato una superficie di cava che tende ad ampliarsi verso l'esterno e verso l'alto, determinando una regione dal perimetro irregolare che alla quota del piazzale di cava ha una estensione superficiale di 27.000 mq, raggiungendo un'area di 31.000 mq al ciglio della escavazione (fig. 7, sinistra).

Parallelamente, è stato prodotto il DEM dell'area vasta includente la cava, sfruttando gli *open data* di cui prima. Nello specifico, è stata considerata una porzione di territorio di circa 11 kmq (2.720x3.988 m) che, con la cava di Monte Sant'Angelo posta nell'angolo nord-ovest, si estende ad occidente ricomprendendo per intero il sistema centrale delle vasche della Reggia di Caserta, importante *landmark* utile per il riconoscimento degli elementi discreti del territorio.

Parte dell'attività mira a verificare il livello di corrispondenza tra *open DEM*, caratterizzato da un minore grado di accuratezza [Schlögel et al. 2018; Milledge et al. 2009] e modello *reality-based*, la cui integrazione è finalizzata a restituire un sistema attendibile e gestibile in ambiente GIS. Pertanto, i diversi modelli (*open DEM*, nuvola di punti e corrispondente mesh fotogrammetrica) sono stati posti a confronto tra loro effettuando dapprima un passaggio di scala dall'area più vasta a una porzione territoriale più contenuta e, conseguentemente, di dettaglio.

Considerata solo la sezione del DEM di interesse, i modelli sono stati allineati imponendo l'*open mesh* come *reference* in virtù del riferimento alle coordinate satellitari e sottoponendo quindi la nuvola fotogrammetrica a una trasformazione rigida sulla base dell'individuazione di 3 punti omologhi. La divergenza geometrica calcolata ha evidenziato un sostanziale disallineamento dei risultati, con un valore medio di scostamento dell'ordine di 30 m, con picchi di circa 60 m, tanto nelle aree marginali dell'area oggetto di studio, quanto nell'ambito caveale. Le zone strettamente interessate dall'attività estrattiva presentano gli scostamenti più significativi in ragione del grado di complessità delle strutture ivi presenti. Inoltre, come era facilmente prevedibile, i dati da satellite forniscono un DEM dalla morfologia più omogenea e uniforme rispetto alla reale conformazione del sito [Antuono et al. 2020] (fig. 9).

A tale proposito, la letteratura specifica sul tema tratta diversi approcci finalizzati alla gestione e ottimizzazione dei DEM costruiti su dati *open* o estratti a partire da nuvole di punti accurate [Milledge et al. 2019].

I dati geometrici estratti dall'*open DEM* e dalla mesh fotogrammetrica sono stati, rispettivamente, manipolati (*smoothing mesh*) o utilizzati per ri-modellare l'elemento (NURBS *from points*). Di base, tale operazione torna utile per la restituzione di prodotti richiedenti una maggiore resa estetica in termini di qualità delle superfici (*contour, texturing*). Più in particolare, l'*editing* topologico dell'*open DEM* può essere finalizzato a favorire l'integrazione tra il modello di area vasta e il modello *reality-based* di dettaglio, manipolando la *mesh open* al fine di garantire la continuità tra i modelli. L'obiettivo principale di questo processo geometrico-speculativo è finalizzato all'ottimizzazione dell'affidabilità 'locale' dei modelli aperti, relazionando aree o elementi che necessitano di analisi e simulazioni più specifiche con il resto del contesto (fig. 10).

L'importanza di una campagna di rilievo specifica non è, infatti, eludibile laddove solo attraverso i modelli discreti ottenibili con tecniche *reality-based* è possibile estrarre quegli indicatori e parametri di classificazione semantica più di dettaglio (angolo specifico di acclività delle pareti di scavo, volume della coltivazione, superficie con soleggiamento ottimale, profilo di raccordo con i crinali etc.), imprescindibili per processi cognitivi e decisionali. È tuttavia evidente che non sia possibile, soprattutto in termini economici e temporali, acquisire informazioni a scala di dettaglio per comparti territoriali molto estesi. Da qui la necessità mostrata nella ricerca di indagare processi di manipolazione di *open DEM* da integrare a puntuali modelli di rilievo.

Il Sistema Informativo e di visualizzazione

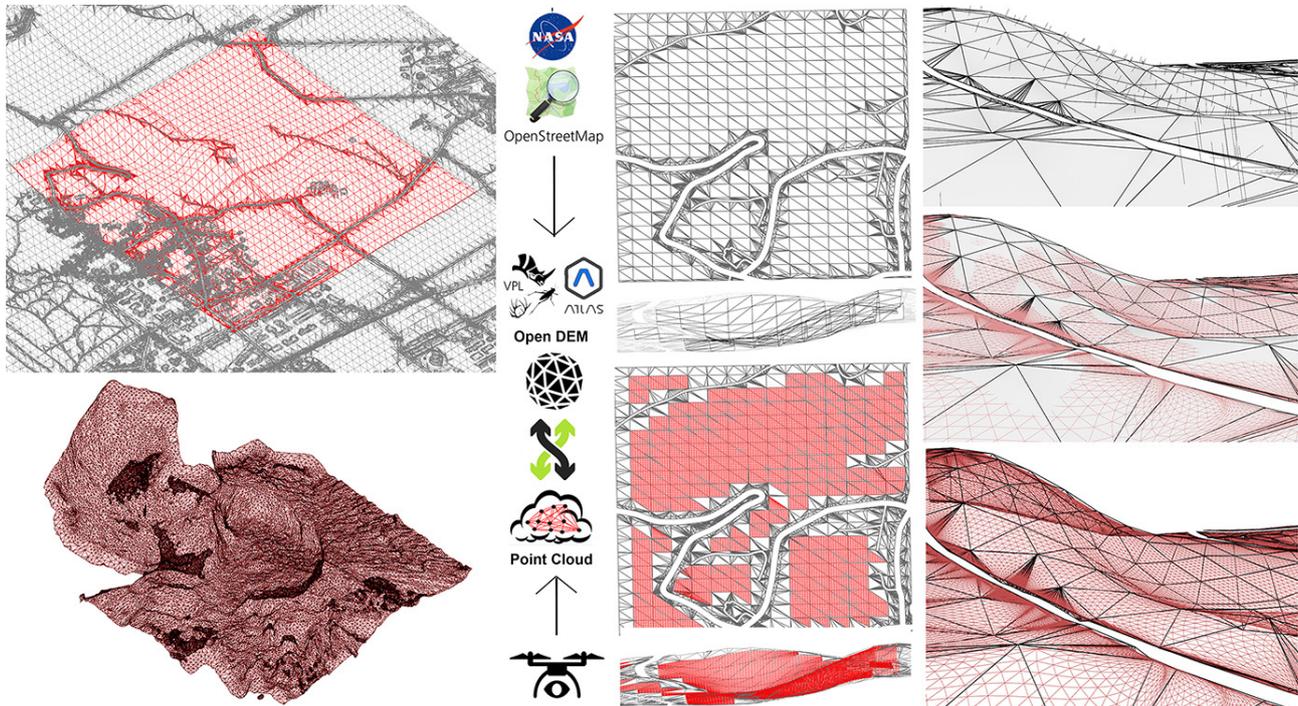
Le sperimentazioni sull'integrazione dei modelli morfologico-territoriali, attraverso il confronto delle *map tiles* geolocalizzate e *3D Map generators* manipolati in ambiente VPL, hanno consentito di integrare il dato informativo nel modello di elevazione SRTM-GIS della porzione di territorio indagata, implementata alla scala di dettaglio dal DEM esito del processo fotogrammetrico SfM da UAV. La precisione e l'accuratezza del dato di rilievo trova ragione nel grado di complessità delle strutture architettonico-paesaggistiche ivi presenti; così al sistema discreto composto dalle reti di punti e curve che strutturano i

vari elementi del modello di area vasta e che consentono la restituzione dell'orografia, dei sistemi viario, edificato etc., si aggiungono quelle informazioni territoriali, suddivise in *Features Class*, implementate degli attributi qualitativi, geo-metrici e topologici (ad esempio, estensione del sito in pianta ed elevazione; tipologia e/o ambito estrattivi, perimetro dell'autorizzazione, caratterizzazione del profilo della scarpa e del piazzale di cava, acclività delle pareti, presenza di elementi di ombreggiamento, stato conservativo, vincoli amministrativi, durata dell'attività di coltivazione, data di dismissione del sito, relazione con l'edificato circostante etc.), rappresentando gli indicatori di una matrice di supporto al processo di recupero e valorizzazione di tali siti in accordo con gli obiettivi dell'Agenda 2030. Pertanto, il profondo legame tra caratteristiche delle materie prime, sistemi di estrazione e i dati

geometrico-morfologici per la ri-modellazione del territorio, acquisiti come attributi in ambiente GIS, costituisce un'occasione di raccordo interdisciplinare, per l'analisi del territorio e delle sue emergenze storiche, per favorire analisi volumetriche, studi sull'orientamento e sull'inclinazione delle pareti di cava, analisi relazionali *up&down* di tipo *buffering* ed indagini morfologico-compositive e di impatto visivo *viewshed* degli elementi architettonici emergenti del paesaggio urbano circostante [Cassatella 2011].

Fornire una documentazione dettagliata, eterogenea ma sistematizzata, implementabile e spazializzata anche alla documentazione storico-iconografica – attraverso processi di 'filtraggio' e *rubber-sheeting* strutturati a partire dalla Carta Tecnica vettoriale (nel sistema di riferimento WGS84 UTM33N) – diventa strategico tanto per rileg-

Fig. 10. L'editing dell'open DEM è finalizzato ad integrare i modelli reality-based (dettaglio) e territoriale (scala vasta) (elaborazione grafica degli autori).



gere l'antica configurazione del sistema cave-architetture storiche emergenti, quanto per orientare i processi di gestione e sviluppo sostenibile del territorio. Cioché, l'informatizzazione della fonte cartografica ed iconografica acquista valore aggiunto, diventando una meta-fonte [Genet 1994], soprattutto se implementata in un prototipo informativo [Ferrighi 2015] strutturato come contenitore di modelli territoriali utile a ricostruirne la dimensione storico-culturale, in considerazione delle peculiarità delle realtà locali necessarie al recupero anche della dimensione ricreativa di tali spazi (fig. 11). A ciò si aggiunge l'opportunità di integrare e visualizzare i dati attraverso un'unica piattaforma informativa Web-GIS, come strumento interrogabile dei tematismi critici di simulazione pre o post progettuali di supporto alle proposte di ripristino del 'paesaggio culturale', integrata ai moderni sistemi di visualizzazione del patrimonio in parte perduto [Parrinello et al. 2016; Velho et al. 2009]. Così, la visione che si materializzava al viaggiatore del Settecento riappare in un percorso virtuale suggestivo, georeferito, che descrive, oltre la componente cartografica e geometrico-configurativa, le originarie relazioni fisiche e percettive che si instaurano tra lo spazio e il contesto [Liuzzo, Giuliano 2016] (fig. 12).

Conclusioni e sviluppi futuri

Il contributo vuole evidenziare una realtà paesaggistico-territoriale, qui con un primo esempio a Caserta come approccio reiterabile anche per altri siti campani, che ha visto mutare nel corso del tempo l'immagine e il carattere percettivo-identitario dei suoi luoghi. La costruzione di un database digitale multilivello del sistema di cave è finalizzata ad esplicitare i tratti di una realtà urbana e paesaggistica complessa, ibrida, caratterizzata dalla presenza di episodici spazi frammentari e, talvolta, degradati, nonché per considerare la possibilità di recupero del *genius loci* attraverso l'ausilio del disciplinare del disegno inteso come strumento di analisi fra pensiero e progetto. Nel prossimo futuro, l'attività di ricerca *in itinere* sarà orientata all'implementazione del processo – mediante interoperabilità VPL/GIS – e sistematizzazione dei dati che, mediante classificazione semantica delle opere derivanti da attività estrattive (sia a cielo aperto, che in sotterranea), mira ad estendersi, a partire dai territori delle città di Napoli e Caserta, in maniera strutturata e organica all'intera Regione.

Fig. 11. Quadro di sintesi dell'implementazione del sistema informativo multilivello, con l'integrazione della Carta Topografica Rizzi Zannoni, 1784 (elaborazione grafica degli autori).

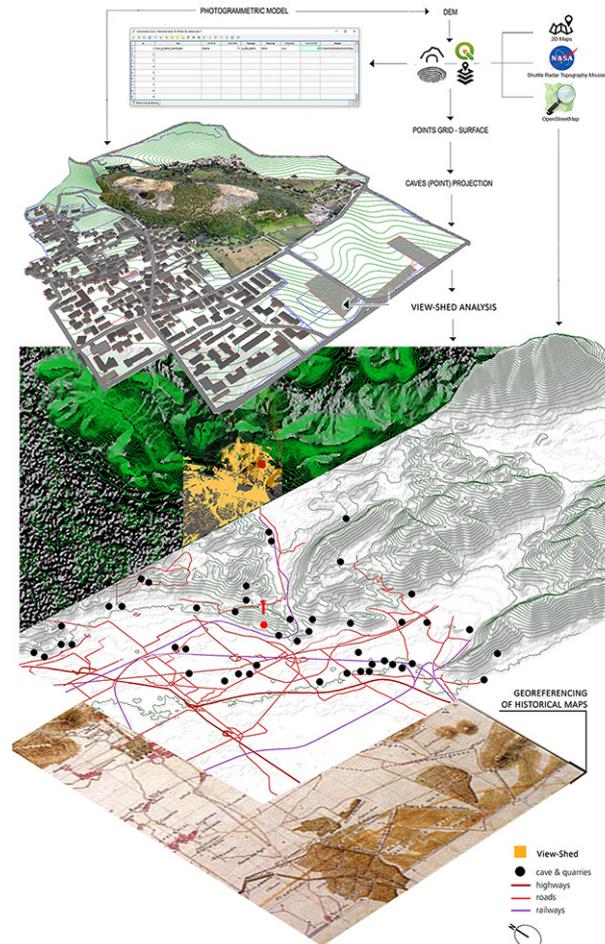
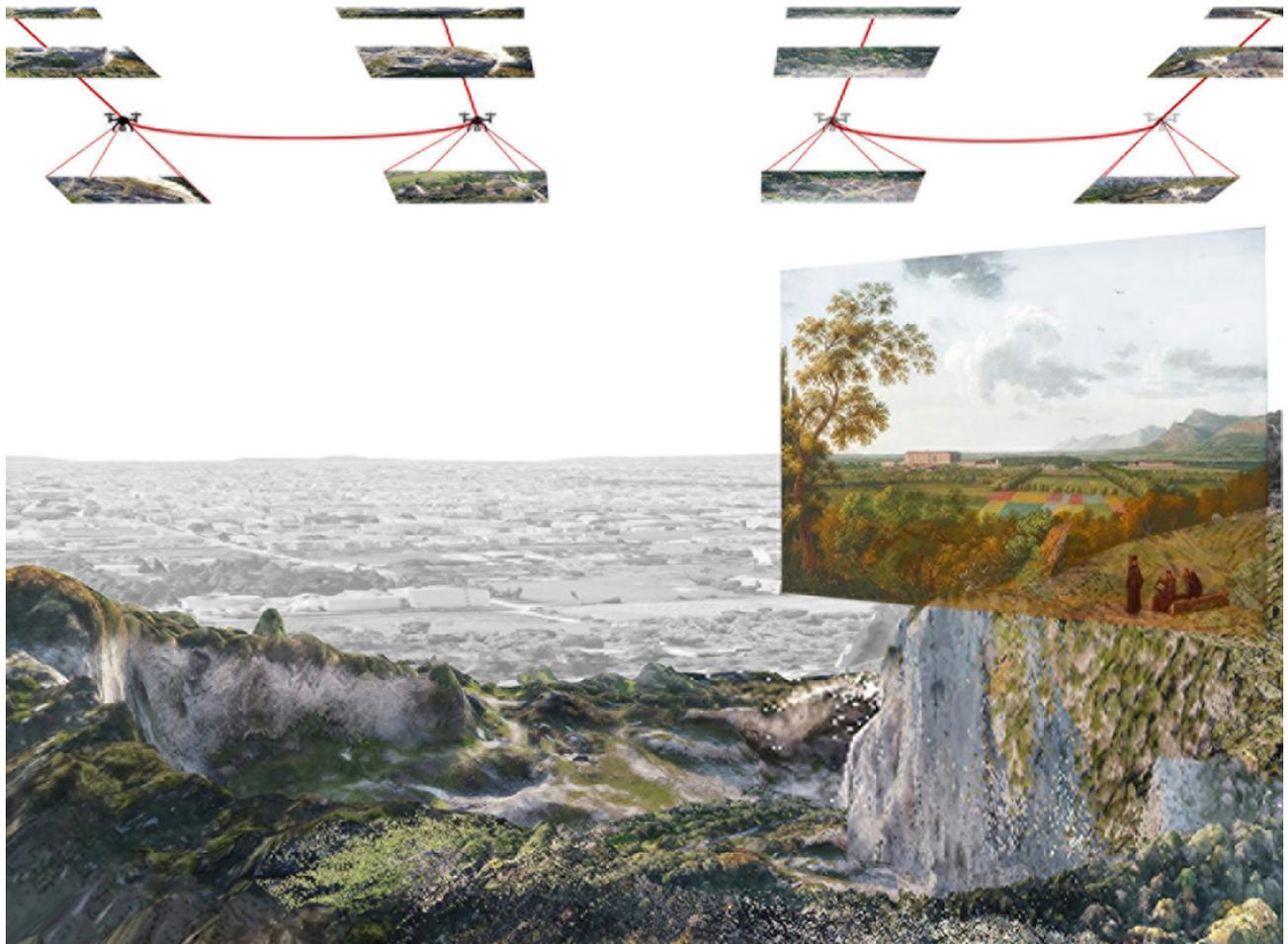


Fig. 12. Veduta del modello SfM da UAV della cava e ricostruzione del punto di osservazione della veduta di J. P. Hackert (elaborazione grafica degli autori).



Crediti

Il contributo si inserisce all'interno dell'attività di ricerca *Ex – caV/ARe. Ibridazioni digitali per la ri-presentazione delle cave campane*, sostenuta dalla Direzione Generale per i Lavori pubblici e la Protezione Civile del-

la Regione Campania e dall'organizzazione internazionale Global Digital Heritage, premiata con menzione speciale per la partecipazione al *Bando UID 2.0-3.0 per la attività culturali proposte dagli Associati aderenti*.

Note

[1] Il presente contributo è redatto in tutte le sue parti e appartiene in comune a tutti i coautori.

documento integrativo e di aggiornamento della Relazione Conclusiva di cui alla Delibera di Giunta Regionale n° 7253 del 27 dicembre 2001.

[2] Piano Regionale Attività Estrattive della Regione Campania, 2005. Do-

[3] PUC Comune di Caserta. Tav. n. Quadro Conoscitivo, 2014.

Autori

Giuseppe Antuono, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale, Università degli Studi di Napoli "Federico II", giuseppe.antuono@unina.it
 Valeria Cera, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Napoli "Federico II", valeria.cera@unina.it
 Vincenzo Cirillo, Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale, Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", vincenzo.cirillo@unicampania.it
 Emanuela Lanzara, Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura/Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Napoli "Federico II", emanuela.lanzara@unina.it

Riferimenti bibliografici

Antuono, G., Cera, V., Cirillo, V., Lanzara, E. (2020). Digital management of quarries system for sustainable development of territory. In *SMC Sustainable Mediterranean Construction*, n. 12, pp. 221-228.

Comune di Napoli (a cura di). *Il sottosuolo di Napoli. Relazione della commissione di Studio*. 1967.

Bachelard, G. (1999). *La poetica dello spazio*. Bari: Dedalo.

De Sousa Freitas, J., Cronemberger, J., Soares, R. M., Amorim, David, C. N. (2020). Modeling and assessing BIPV envelopes using parametric Rhinoceros plugins Grasshopper and Ladybug. In *Renewable Energy*, v. 160, pp. 1468-1479.

Bianchini, C., Casale, A., Empler, T., Esposito, D., Inglese, C., Ippoliti, E., Ippolito, A., Ribichini, L., Valenti, G. & Viscogliosi, A. (2019). Ecosistemi digitali - Digital Ecosystem. In *Paesaggio urbano*, n. 1, pp. 42-51.

Ferrighi, A. (2015). Cities over space and time. Historical GIS for Urban History. In S. Brusaporci. *Handbook of Research on Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling, and Representation*, pp. 425-445. Hershey: IGI Global.

Buondonno, A. (2001). Le aree di cava della città di Caserta: dal dissesto geopedologico alla riqualificazione ambientale. In A. Rigillo et al. (a cura di). *La città continua. Il sistema urbano da Capua a Maddaloni*, pp. 77-84. Caserta: L'Aperia editore.

Fink, T., Koenig, R. (2019). Integrated Parametric Urban Design in Grasshopper/ Rhinoceros 3D Demonstrated on a Master Plan in Vienna. In *Proceedings of the 37th eCAADe and 23rd SIGraDi Conference*. Porto, 11-13 September, v. 3, pp. 313-322. ECAADe.

Cardone, V. (2008). *Modelli grafici dell'architettura e del territorio*. Salerno: Cues.

Genet, J.P. (1994). Source, Metasource, texte, histoire. In Bocchi F., Denley P. (a cura di). *Storia e multimedia*, pp. 3-17. Bologna: Grafis.

Cardone, V. (1993). Le attività estrattive. In V. Cardone e L. M. Papa (a cura di). *L'identità dei Campi flegrai*, pp. 63-86. Napoli: CUEN.

Cassatella, C. (2011). Assessing Visual and Social Perceptions of Landscape. In C. Cassatella e A. Peano (a cura di). *Landscapes indicators*, pp. 105-140. Dordrecht: Springer.

La Russa, F. M., Santagati, C. (2021). Dagli OpenData ai modelli di città: un approccio Anti-Fragile per il City Information Modeling. In *Dienne*, vol.7, pp. 83-95.

Clément, G. (2005). *Manifesto del Terzo Paesaggio*. Macerata: Quodlibet.

Liuzzo M., Giuliano S. (2016). Dal rilievo alla divulgazione: metodologie integrate per la fruizione virtuale del territorio. In F. Capano, M. I. Pascariello e M. Visone (a cura di). *Delli Aspetti de Paesi. Vecchi e nuovi Media per l'Immagine del Paesaggio*, pp. 327- 336. Napoli: FedOA - Federico II University Press.

Conti, S., Valerio, V. (2012). *La Terra di Lavoro nella Storia. Dalla Cartografia al Vedutismo*. Associazione Roberto Almagià. Caserta: Roberto Almagià Editore, pp. 102-103.

Milledge, D.G., Lane, S.N. & Warburton, J. (2009). Optimization of Stereo-matching algorithms Using Existing DEM Data. In *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, v. 75, n. 3, pp. 323-333(11).

Papa, L. M. (1993). Le "miniére" dei Colli Leucogei. In V. Cardone e L. M. Papa. *L'identità dei Campi flegrei*, pp. 94-101. Napoli: CUEN.

Parrinello, S., Picchio, F. & Bercigli, M. (2016). La 'migrazione' della realtà in scenari virtuali: Banche dati e sistemi di documentazione per la musealizzazione di ambienti complessi. In *DisegnareCon*, v. 9, n. 17, pp. 14.1-14.8.

Santarelli, I. (2015). *Riscritture per il sottosuolo ex-estrattivo. Strategie di recupero tra memoria, tutela ambientale e nuovi usi per la città contemporanea*. Tesi di Dottorato di Ricerca XXVIII ciclo. Tutor: prof.ssa Paola Veronica Dell'Aira. Sapienza Università di Roma, DiAP.

Schlögel, R., Marchesini, I., Alvioli, M., Reichenbach, P., Rossi, M. & Malet, J. P. (2018). Optimizing landslide susceptibility zonation: Effects of DEM spatial resolution and slope unit delineation on logistic regression models. In *Geomorphology*, v. 301, pp. 10-20.

Török, Á., Bögöly, G., Somogyi, Á., Lovas, T. (2020). Application of UAV in Topographic Modelling and Structural Geological Mapping of Quarries and Their Surroundings - Delineation of Fault-Bordered Raw Material Reserves. In *Sensors*, v. 20, n. 2, 489.

Trasi, N. (2001). *Paesaggi rifiutati Paesaggi riciclati. Prospettive e approcci contemporanei*. Roma: Editrice Librerie Dedalo.

Velho L., Frery A. C., Gomes J. (2009). *Image Processing for Computer Graphics and Vision*. London: Springer.