

YB

YouBuild

PROGETTARE E COSTRUIRE SOSTENIBILE

FILIPPO TAIDELLI
ARCHITETTO

Roberto Rocca
Innovation Building

INOUT

Parco della darsena

MARGINE

Villa Daphne

LOMBARDINI22

Whitemoon

UNIVERSITÀ DI FRIBURGO

LivMatS Biomimetic Shell

ABRUPTARCHITECTURA

Museo e laboratorio

GLOBAL AWARD

for sustainable architecture

M ALL'AI

corrono
petenze

ca
le

YB

YouBuild

PROGETTARE E COSTRUIRE SOSTENIBILE

Poste Italiane SpA - Sped. in a.p. - D.L. 353/2003 conv. in L. 46/2004, art. 1, c.1 - DCB Trento, Virginia Gambino Editore Srl - Viale Monte Cenerini 90 - 20155 Milano - Cambiale R.R. e P.

METANODOTTO RAVENNA CHIETI

Tecnologie senza
scavi Sicim

PONTE STRALLATO SUL DANUBIO

Progetto iconico
per Icm

DAL BIM ALL'AI

Occorrono
competenze

STARPLAST

Custodire la risorsa idrica
Una missione ambientale



Stefano Grandicelli

Tecnologie senza scavi PER RIDURRE L'IMPATTO SUL TERRITORIO

Di Valentina Puglisi, Dipartimento ABC,
Politecnico di Milano

Il rifacimento del metanodotto sulla tratta Ravenna-Chieti ha una valenza strategica nel medio-lungo termine per l'intero sistema energetico italiano, assicurando un'adeguata affidabilità e sicurezza al servizio di trasporto verso gli utilizzatori del sistema nell'area centrale del Paese. Sicim ha l'esperienza necessaria alla gestione del cantiere avendo operato in tutto il mondo e in tutti gli scenari possibili

I lavori di ammodernamento della rete gas in Italia hanno riguardato quattro nuovi progetti sulla costa adriatica, di cui due da Ravenna a Fano (lotto 1 Ravenna-Rimini e lotto 2 Rimini-Fano) e due da San Benedetto del Tronto a Chieti, dal valore complessivo di circa 300 milioni di euro. I lavori di costruzione, iniziati nel luglio del 2023 e che termineranno nel 2025, sono stati aggiudicati con gara pubblica da Snam (il principale operatore europeo nel trasporto e nello stoccaggio di gas naturale) a Sicim, quale mandataria di Raggruppamento Temporaneo di Imprese (Rti costituito ad hoc). Per l'esecuzione Sicim - impresa internazionale con esperienza pluriennale nella progettazione, approvvigionamento e

Fase di collegamento

IL COMMENTO
di Guido Cagnani, managing director
e vicepresidente Sicim

Le ultime attività in Italia di Sicim risalgono al 2010, con il completamento del nuovo metanodotto Martirano - Morano Calabro che ha attraversato la tratta Rende - Tarsia e Tarsia - Morano Calabro, per un totale di 75 km di estensione e un diametro di 48 pollici. Questo nuovo progetto per noi è molto importante ed è indice della nostra volontà di tornare a operare nel nostro Paese di origine: ci fa fare un salto indietro nel tempo, quando, sessant'anni fa, Sicim cominciava la sua collaborazione con Snam che ci ha portato ad eseguire progetti ovunque in Italia.



IL COMMENTO di Leonardo Gravina, general manager Sicim

Tra le sfide del progetto rientrano principalmente le condizioni complesse che il territorio italiano presenta, per le quali Sicim ha maturato l'esperienza necessaria operando in tutto il mondo e in tutti gli scenari possibili. Lungo le aree attraversate si incontrano strade, ferrovie e corsi d'acqua. Per questo motivo, in alcuni tratti, si è fatto ricorso a tecnologie cosiddette trenchless o no dig, ovvero quelle tecniche di scavo non tradizionali che consentono la posa in opera di tubazioni e cavi interrati senza avvalersi di scavi a cielo aperto, permettendo una riduzione degli impatti sull'ambiente, sulle strutture superficiali e sulle infrastrutture di trasporto.



costruzione di impianti e infrastrutture per il trattamento, il trasporto e la distribuzione di petrolio, gas e acqua - si è occupata della parte relativa alla costruzione del nuovo gasdotto, alla rimozione della condotta esistente, inclusa la gestione e il recupero del relativo materiale ferroso e dei ripristini finali. Oltre alla linea principale di 175 km e diametro di 26 pollici in sostituzione delle infrastrutture esistenti costruite negli anni '70, sono stati realizzati 56 km di allacciamenti e ricollegamenti alla rete di metanodotti esistenti. I lavori hanno visto il coinvolgimento di oltre 300 persone e più di 200 mezzi e attrezzature. La presenza di strade, ferrovie e attraversamenti di fiumi ha portato alla realizzazione di 44 km di linea senza scavi, utilizzando tecnologie trenchless o no dig che hanno permesso di mettere in opera le tubazioni e i cavi interrati senza la realizzazione di



Colonna saldata pre-posa

scavi a cielo aperto. In particolare, in totale sono state realizzate: 40 Trivellazioni orizzontali controllate (Toc), 24 attraversamenti in microtunnel e più di 200 attraversamenti con trivelle spingitubo.

Il Sideboom Gpl 1180 durante la posa

IL MERCATO DEL GAS NATURALE

Il mercato del gas naturale europeo e nazionale ha subito, secondo la documentazione parlamentare emessa il 7 marzo 2023, gli impatti della ripresa della domanda post pandemia e della guerra in Ucraina. In Italia, in particolare, nel settore energetico (comprensivo dell'elettrico, del termico e dei trasporti) il gas riveste un ruolo primario (garantendo più del 40% dell'approvvigionamento totale), nonostante la produzione nazionale sia in grado di produrre poco più del 4% del fabbisogno. Il progressivo decadimento della produzione nazionale di gas ha reso necessario progettare e rinnovare le infrastrutture di trasporto del gas naturale dai punti di entrata verso le varie regioni d'Italia. Il progetto del rifacimento del metanodotto preesistente sulla tratta Ravenna-Chieti ha in tal senso una valenza strategica nel medio-lungo termine per l'intero sistema energetico italiano. A gestire i lavori è stata Snam Rete Gas che ha provveduto a programmare e realizzare le opere necessarie per il mantenimento dei metanodotti e degli impianti esistenti al fine di assicurare il servizio di trasporto gas attraverso un sistema sicuro, efficiente e in linea con le moderne tecnologie costruttive. Il rifacimento del metanodotto in questione ha voluto assicurare un'adeguata affidabilità e sicurezza al servizio di trasporto verso gli utilizzatori del sistema nell'area centrale del territorio nazionale.



Posa colonna saldata

TOC | TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA

La perforazione orizzontale controllata è una tecnologia che permette l'installazione di cavi e condotte nel sottosuolo senza dover ricorrere ai tradizionali sistemi di scavo a cielo aperto. Questa tecnologia è nota anche con le definizioni di Trivellazione Orizzontale Controllata (Toc) e di Horizontal Directional Drilling (Hdd). La posa si realizza grazie a una perforazione guidata nel terreno mediante l'introduzione nel terreno di aste guidate da una testa di perforazione che preparano il percorso per la condotta da posare. Le fasi principali della posa sono tre:

- l'esecuzione della perforazione pilota guidata per creare il percorso del prodotto da posare;
- il passaggio con alesatore per adattare il percorso al diametro del cavo o della condotta;
- il tiro del prodotto in posizione.

Con questa tecnologia è possibile svolgere lavori in attraversamento di strade, ferrovie e corsi d'acqua senza bloccare la circolazione, attività resa possibile anche grazie al ridotto ingombro di cantiere dei perforatori orizzontali. Ciò permette la posa delle condotte anche in centri storici, riducendo in generale l'impatto ambientale. Inoltre, le condotte, aventi anche un diametro molto ampio, possono essere messe in opera anche per tratte molto estese.

IL PROGETTO

La commessa relativa al metanodotto Ravenna-Chieti è stata divisa in più tratte, assegnate a imprese diverse. Lo scopo dei lavori ha riguardato la rimozione della condotta esistente (compresa la gestione e il recupero del relativo materiale ferroso), i ripristini finali e la costruzione della nuova condotta. Per coordinare i progetti riguardanti i primi due lotti, tra Emilia-Romagna e Marche, per un totale di 102 km di posa di tubazioni aventi un diametro di 26 pollici, Sicim ha insediato la propria base logistica nel comune di San Giovanni in Marignano (Rn), da dove ha organizzato tutte le attività. Vista la presenza di numerose strade, ferrovie e corsi d'acqua lungo la tratta in esame, le attività di cantiere propedeutiche alla posa delle condotte hanno previsto la perforazione di circa 20 km di terreno senza scavi mediante l'esecuzione di 25 Toc (Trivellazione orizzontale controllata), ossia tramite la perforazione del terreno mediante aste perforanti che predispongono la percorrenza della condotta da posare. Cinque attraversamenti sono stati realizzati in microtunnel, tecnologia che ha realizzato lo scavo mediante uno scudo fresante, controllato in remoto,

MICROTUNNEL

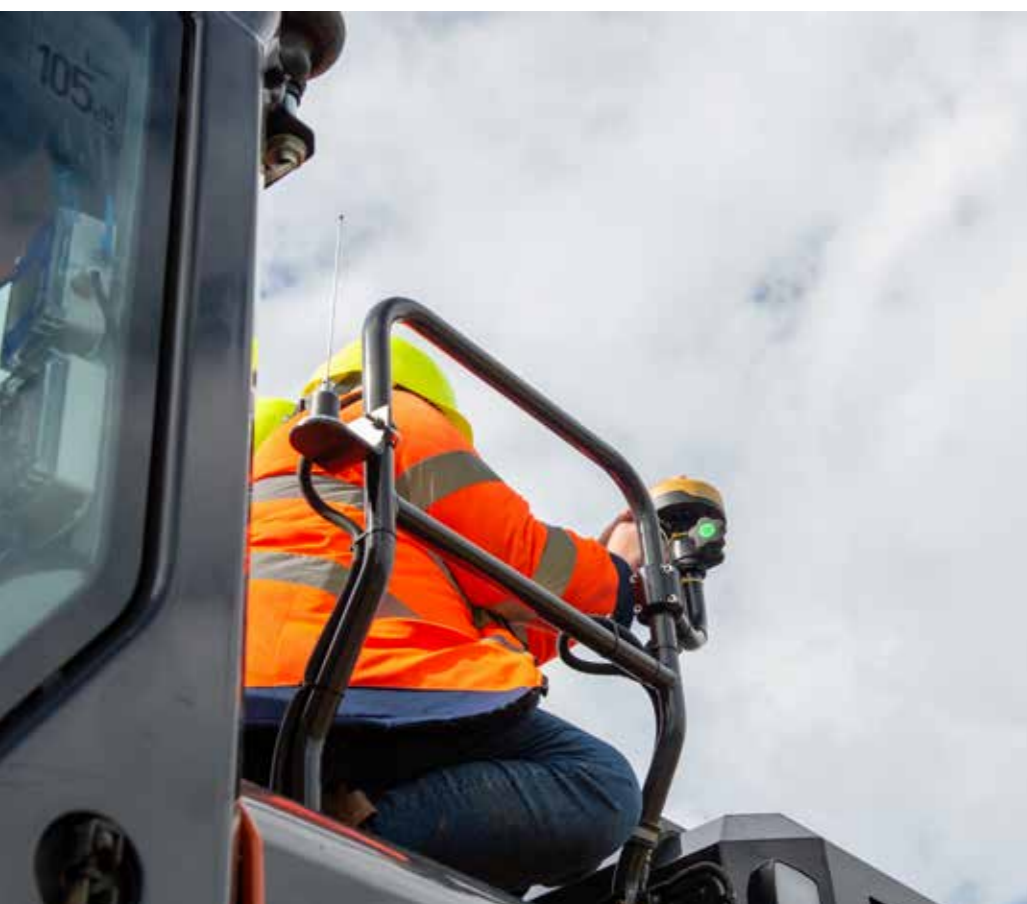
Il microtunnel è una tecnologia di perforazione e spinta che consente di posare condotte interrato di piccolo e grande diametro per il trasporto di fluidi, cavi e/o servizi in genere senza necessità di realizzare trincee a cielo aperto, minimizzando così l'impatto paesaggistico e ambientale dell'intervento. Le tubazioni vengono costruite per conchi in calcestruzzo e vengono fatte avanzare per spinta nel terreno precedute da uno scudo di acciaio dotato di testa fresante a piena sezione (come una Tbm - Tunnel Boring Machine), controllato in remoto. Lo scavo procede secondo un tracciato di progetto predefinito, da un pozzo di partenza, in prossimità del quale sono installate tutte le attrezzature di lavoro, a un pozzo di arrivo, dove lo scudo viene recuperato. La forza di spinta necessaria all'avanzamento dello scudo è fornita dalla stazione di spinta principale, un telaio dotato di martinetti idraulici installato all'interno del pozzo di partenza, e viene trasferita al microtunneller tramite i tubi posati dietro di esso. I vari conchi costituenti la condotta vengono infine assemblati (con giunto a bicchiere) progressivamente man mano che la perforazione procede. Il suo impiego è rivolto a quelle opere/attraversamenti da realizzare in presenza di condizioni geologiche complesse, ove non è fattibile l'impiego della Toc ed è richiesto un elevato grado di precisione. Con questa tecnologia si possono infatti installare condotte con una tolleranza, sia altimetrica sia plano-altimetrica, di pochi centimetri.

che ha avanzato a spinta nel terreno, seguito da conchi tubolari in calcestruzzo all'interno dei quali è stata installata la condotta. Inoltre, 89 attraversamenti sono stati realizzati utilizzando trivelle spingitubo in cui il tubo casing in acciaio è stato infisso nel terreno mediante la pressione esercitata da martinetti oleodinamici posizionati all'interno della postazione di spinta. Durante le opere di rifacimento del metanodotto Ravenna-Chieti in alcuni escavatori è stato installato un sistema di scavo assistito al fine di aumentare la produttività e la qualità degli scavi a sezione obbligata, ridurre i tempi di intervento dell'assistenza topografica e favorire la sicurezza limitando il numero di persone presenti nelle aree di cantiere e vicino agli scavi e ai mezzi pesanti.

Per quanto riguarda i lavori meccanici, si sono eseguiti oltre 4.000 giunti nel Lotto 1 e oltre 5.000 nel Lotto 2. I numeri relativi alle risorse umane messe in campo sono stati consistenti: 337 unità di personale (tra operai generici, molatori, tubisti, saldatori, autisti, operatori, escavatoristi, assistenti, staff, capo cantiere, project manager e subappaltatori), 1.000.000 le ore previste di lavoro e 1.200.000 i chilometri guidati.

Varo Toc in località Lucaione (Pu)





Particolare del sistema di machine control montato su escavatore. Sopra, particolare del sistema di machine control montato su escavatore

Non di meno l'entità dei mezzi impiegati: 229 tra escavatori e "side-boom" (Stage V), "Paywelder" cingolati, trivelle spingitubo, pianali e pattine, autogrù fuoristrada (70 tonnellate), autocarri e autocisterne, curvatubi, vibroinfessori, furgoni e autoveicoli, dumper cingolati, gruppi elettrogeni, motocompressori, motopompe, motosaldatrici, officine di saldatura, sfilatubi cingolati, trattori gommati, dozer e grader. Sono da evidenziare, infine, i numerosi elementi critici che hanno caratterizzato la commessa, quali l'intercettazione dei servizi dislocati lungo l'area di progetto e le numerose essenze arboree che sono state

espianate, gestite e poi ripiantate in loco (circa 2.000 ulivi), gestendo circa 900 proprietari terrieri coinvolti nel progetto.

IL LOTTO 1 DA RAVENNA A RIMINI

Le attività relative alla linea principale del tracciato nel lotto 1 (Ravenna-Rimini) sono iniziate l'11 luglio 2022 e sono state portate a termine nell'estate del 2023 per quanto riguarda i lavori inerenti alla linea e agli allacciamenti. Il termine delle dismissioni e dei ripristini è invece previsto nel giugno 2024. Il cantiere, che insiste su una lunghezza di 45.649 metri, ha previsto la realizzazione di vari tipi di interventi:

- due micro-tunnelling, su una lunghezza di 1.089 metri e con un diametro interno di 2.000 mm;
- 11 Toc, per un tratto di 3.114 metri;
- 41 trivellazioni, per un tratto di 1.378 metri;
- una serie di impianti di linea (6 Pidi, un Pil più il nodo di Rimini). Il numero di impianti relativo agli allacciamenti è legato alla presenza di altrettante numerose linee maggiori di allacciamento che hanno collegato la condotta principale con gli impianti di distribuzione del gas metano, in particolare: 19 allacciamenti con diametri compresi tra 4 e 16 pollici, per una lunghezza totale di 23.459 metri e che prevedono due interventi di TOC (664 metri), 49 trivellazioni (1.534 metri) e 13 impianti concentrati;
- le dismissioni di 21 allacciamenti da 18.604 metri e 10 impianti concentrati. Questi hanno riguardato la rimozione delle condotte da 26 pollici su un tracciato di 45.308 metri.

IL LOTTO 2 DA RIMINI A FANO

L'inizio lavori è stato a luglio 2022 anche sul lotto 2 (Rimini-Fano), mentre linea e allacciamenti saranno terminati a settembre 2024, mentre le dismissioni e ripristini a luglio 2025. Le condotte da 26 pollici nella linea principale sono state posate su un tracciato di 56.483 metri, lungo il quale sono stati previsti tre interventi di micro-tunnelling (1.806 metri), 14 Toc (10.891 metri), 48 trivellazioni (1.199 metri) e 11 Pidi. Qui sono stati previsti 29 allacciamenti, per una lunghezza di 17.999 metri e con diramazioni da 4 a 10 pollici, due Toc (540 metri), 14 trivellazioni (614 metri) e 22 impianti concentrati. Le dismissioni delle tubazioni (sempre da 26 pollici), in questo caso hanno coinvolto 48.170 metri di lunghezza, con un totale di 30 allacciamenti (18.386 metri) e nove impianti concentrati.

LO SCAVO 3D IN CANTIERE

La natura del cantiere, di notevole sviluppo lineare e caratterizzato da numerose squadre dislocate in dif-



Rilievi aerofotogrammetrici con drone

ferenti aree, talvolta lontane tra loro, ha richiesto la necessità di effettuare importanti operazioni di scavo e di movimento terra con precisione ed efficienza. I lavori hanno richiesto infatti il picchettamento topografico e il controllo dell'esecuzione plano-altimetrica degli scavi. Al fine di ottimizzare la produttività nella realizzazione degli scavi a sezione obbligata, è stato deciso di dotare le macchine operatrici di un sistema di scavo 3D Machine Control.

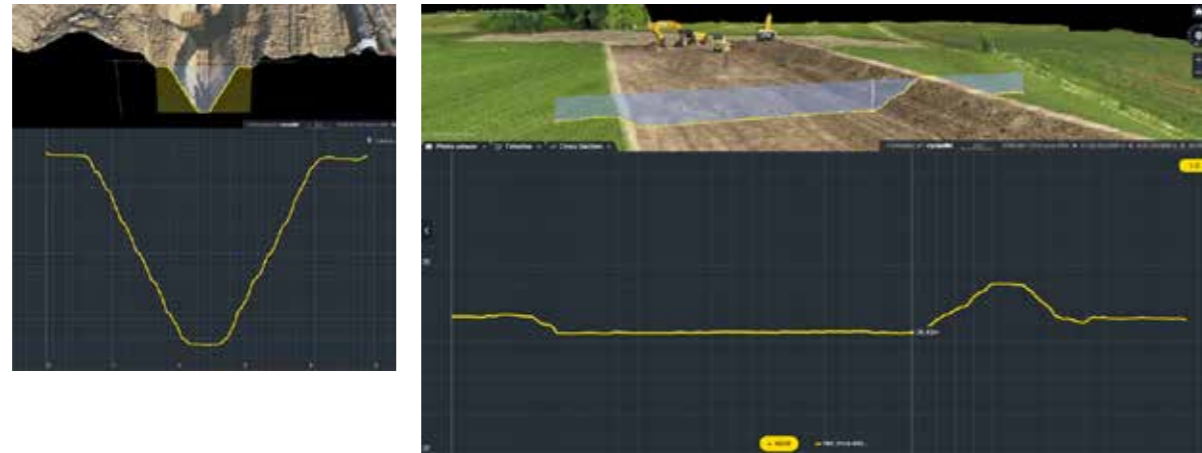
Questa soluzione ha consentito un aumento della produttività di scavo, nonché una maggiore autonomia ai singoli operatori che hanno potuto beneficiare di un servizio di monitoraggio e assistenza remota da parte dei topografi in caso di variazioni progettuali. Grazie a questa tecnologia, le squadre topografiche hanno potuto così gestire e dare assistenza immediata all'operatore direttamente dall'ufficio, con il vantaggio di operare su più fronti contemporaneamente riducendo, di conseguenza, spostamenti, tempi e relativi costi. Il dispositivo del Machine Control è stato impostato in modo tale da usare la benna per l'acquisizione dei punti topografici e controllare costantemente l'attività di livellamento, consentendo ai supervisori di cantiere di restare in sicurezza fuori dalle trincee.

Gli operatori hanno potuto così monitorare, direttamente dal display, la posizione dell'escavatore, la profondità dello scavo, l'angolo della benna e il contorno/profilo della superficie di scavo. In questo modo l'operatore del mezzo ha potuto eseguire efficientemente i dati contenuti nei file di progetto caricati a sistema. Tale sistema ha permesso inoltre di creare

TRIVELLE SPINGITUBO

Lo spingitubo è una tecnologia no dig che consiste in una perforazione orizzontale non guidata con successiva infissione di tubi (controtubo o tubo camicia o casing). Si tratta di una tecnologia analoga al microtunnel ma si differenzia da questa per l'assenza di una testa fresante posta sulla testa di perforazione e per il fatto che lo scavo non può essere direzionato. A causa di quest'ultima caratteristica lo spingitubo non garantisce il mantenimento di una determinata livelletta e pertanto è poco indicato nel caso di condotti con funzionamento non in pressione. Tale tecnologia è utilizzata frequentemente per la realizzazione di micro-gallerie rettilinee, di diametri compresi fra i 200 mm ed i 3500 mm, necessarie per attraversamenti trasversali di strade e linee ferroviarie. Una volta realizzato l'attraversamento, all'interno del controtubo (casing) viene infilata la condotta di linea.

Da sinistra, rilievo della sezione di scavo e rilievo dello scotico apertura pista



un progetto personalizzato direttamente dalla cabina dell'escavatore grazie all'utilizzo della benna per l'acquisizione dei punti topografici. Questa tecnologia ha reso superflue le fasi iniziali di picchettamento, ha abbreviato i tempi di esecuzione e di controllo in cantiere e ha incrementato la precisione in ogni fase di lavoro, digitalizzando l'intero processo. In particolare, il sistema è stato particolarmente utile nelle fasi di pre-posa del tubo (scotico e scavo delle trincee) e di

post-posa (pre-reinterro, reinterro e ripristino delle condizioni esistenti). In aggiunta ai vantaggi tradizionali offerti dalla tecnologia Gps, va evidenziato in questo caso il contributo della piattaforma cloud Site-link3D associata a questo sistema, in grado di gestire e monitorare gli interventi e supportare gli operatori fornendo una precisa reportistica del cantiere. L'utilizzo di questa tecnologia ha garantito il controllo remoto ed eventuali modifiche e integrazioni progettuali in

Rilievo saldature



tempo reale, agevolando la comunicazione istantanea tra macchina e operatore. Inoltre, ha offerto funzioni chiave legate alla geolocalizzazione e alla valutazione della produzione. Sulla base dei progetti elaborati, il reparto tecnico ha creato un Modello Digitale del Terreno (Dtm) caricato nel pannello di controllo degli escavatori, garantendo un lavoro stratificato con una precisione assoluta durante le fasi di scavo e consentendo agli operatori di monitorare in tempo reale le quote di scavo, l'allineamento e le pendenze, assicurando un alto grado di indipendenza in ogni fase dell'intervento. L'ausilio di questo dispositivo può essere sfruttato non soltanto per lo scavo di linea ma anche qualora siano necessarie modellazioni più complesse del terreno quali sbancamenti e scarpate; situazioni nelle quali la movimentazione di terreno è significativa e il picchettamento può risultare di difficile interpretazione per l'operatore o necessitare dell'assistenza continua di un topografo.

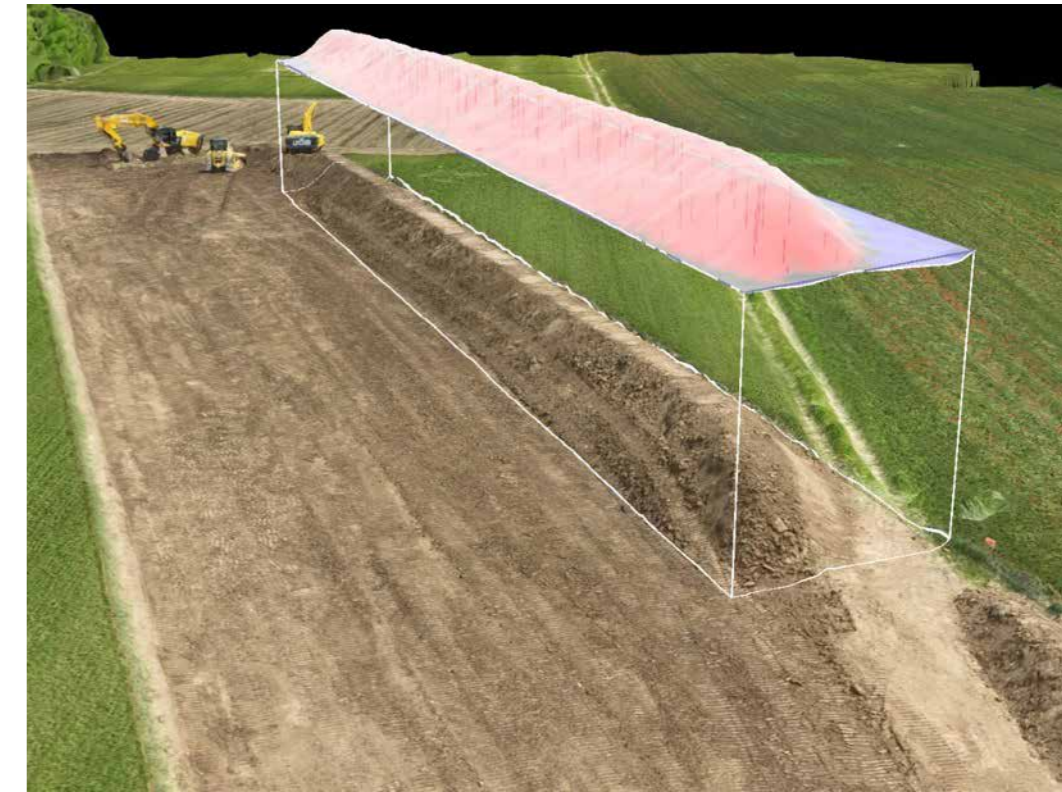
I RILIEVI AEROFOTOGRAMMETRICI CON DRONE

Con l'avvio dei progetti situati tra Marche e Abruzzo, ovvero i Lotti 3 e 4 denominati "Rifacimento Metanodotto Recanati - Chieti Dn 650 (26") 75 bar e opere connesse" tra San Benedetto del Tronto e Chieti, Sicim ha introdotto e sperimentato in modo massivo la tecnologia di aerofotogrammetria con droni per il rilievo del terreno e come ausilio per il controllo e monitoraggio dell'avanzamento lavori.

Tra i vantaggi dell'impiego dei droni è sicuramente da evidenziare la possibilità di raggiungere facilmente aree inaccessibili a piedi o con mezzi e di rilevare ampie aree in breve tempo e con precisione centimetrica. A tal fine Sicim si è dotata di strumenti topografici di ultima generazione, tra cui droni Rtk (Real-Time-Kinematics), ricevitori Gns (Global Navigation Satellite System) multifunzione e software per l'elaborazione dei dati con Ppk (Post-Processed-Kinematics).

Rtk e Ppk sono metodi di correzione della posizione Gns che si basano rispettivamente sul ricevimento di dati in tempo reale e di dati di tracciamento dei satelliti registrati dalle stazioni permanenti dislocate sul territorio: combinando tali metodi si è riusciti ad ottenere una elaborazione con una precisione plano-altimetrica di circa 1-2 centimetri.

Per poter pianificare ed eseguire correttamente i rilievi è stato importante effettuare un'analisi dettagliata dell'area di volo e del terreno nonché valutare le condizioni meteo, verificare la presenza di ostacoli, eventuali limitazioni degli spazi aerei e no-fly-zone. Dopo aver raccolto, validato ed elaborato i dati tramite software, si è ottenuto una restituzione grafica 3D digitale del



Rilievo con drone per il calcolo del volume di scotico

terreno che ha consentito di calcolare distanze, superfici, volumi, sezioni, curve di livello e ulteriori dati a supporto della progettazione e gestione del cantiere. Tra le potenzialità di questa tecnologia emerge la possibilità di avere a disposizione una rappresentazione grafica del terreno prima, durante e dopo i lavori.

Questa funzione ha permesso quindi di avere uno storico sempre aggiornato di quanto accaduto durante le principali fasi di sviluppo del cantiere, da poter consultare ad esempio per la verifica delle aree di occupazione lavori, per il monitoraggio dell'avanzamento, per la quantificazione delle aree espropriate, come evidenza in caso di dispute legali e come supporto documentale e grafico durante riunioni o processi decisionali e formativi. L'utilizzo dei droni durante la fase di posa del metanodotto ha reso inoltre possibile il rilevamento delle saldature senza ricorrere ai tradizionali strumenti topografici. Fino ad oggi, infatti, tutte le saldature venivano rilevate on site dai topografi, entrando direttamente nello scavo oppure ricorrendo all'adozione di soluzioni alternative con aste telescopiche per il rilievo sul ciglio dello scavo, con ripercussioni sull'affidabilità della misura e sulla sicurezza (come il rischio di crollo delle pareti di scavo e lo scivolamento sul tubo). Da osservazioni emerse durante i rilievi delle saldature è stato possibile verificare che i dati acquisiti con il drone erano talvolta più precisi di quelli rilevati con i tradizionali strumenti topografici all'interno dello scavo, in particolar modo in corrispondenza di quelli più profondi, in quanto le pareti fungevano da ostacolo per la visibilità dei satelliti.