

# Rilievi istantanei a tre dimensioni

L'ULTIMA FRONTIERA NEL CAMPO DELLE INDAGINI SU PAVIMENTAZIONI, VIADOTTI E GALLERIE È RAPPRESENTATA DA UN GEORADAR TRIDIMENSIONALE SVILUPPATO DA 3D-RADAR E DISTRIBUITO DA CODEVINTEC CHE COSENTE ACQUISIZIONI RAPIDE E APPROFONDITE CON ELABORAZIONE SIMULTANEA. UN TOCCASANA, VISTE LE ATTUALI NECESSITÀ DEI GESTORI DI INFRASTRUTTURE, COME EMERGE ANCHE DA QUESTA INTERVISTA A UNO SPECIALISTA CHE HA AVUTO MODO DI UTILIZZARLO IN MOLTEPLICI PROGETTI.

Uno sguardo approfondito, attento e rapido sulle eventuali criticità di pavimentazioni, rilevati, viadotti e persino gallerie. È quello reso possibile dall'impiego di un georadar ad alta innovazione che nasce già tridimensionale e che, grazie alla tecnologia Step Frequency combinata a un set di ben 21 antenne, consente di "fotografare" con estremo dettaglio e in velocità i pacchetti delle pavimentazioni, i sottoservizi, gli spessori degli impalcati o le volte delle gallerie. Benvenuti nel futuro, che già da qualche tempo è pieno presente, grazie alla discesa in campo di 3D-Radar ([3d-radar.com](http://3d-radar.com)), una tecnologia dal nome che ricalca quello dell'azienda che l'ha sviluppata (una società high-tech con testa in Norvegia ma attualmente guidata da un

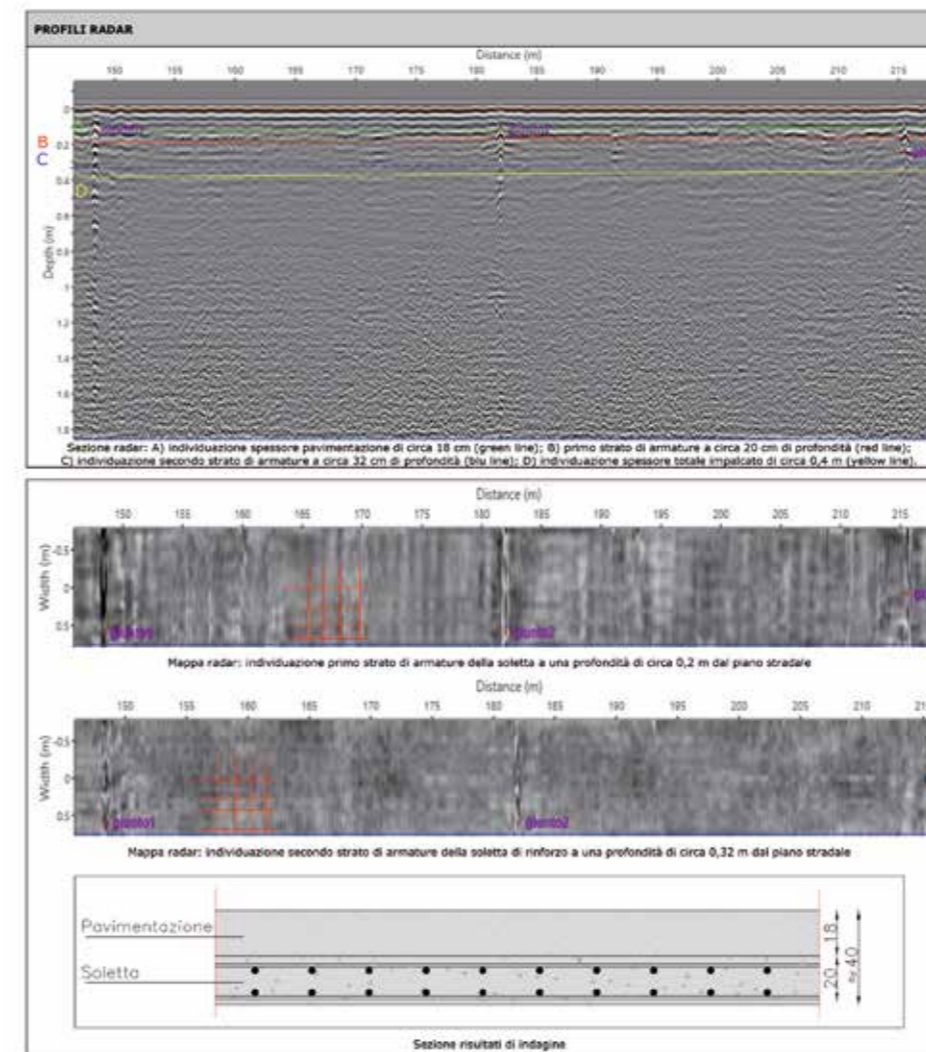


italiano, il CEO Jacopo Sala), distribuita da Codevintec, azienda anch'essa a elevato tasso di innovazione nel campo delle tecnologie di monitoraggio. Proprio grazie alla collaborazione di Codevintec ([codevintec.it](http://codevintec.it)), leStrade ha già avuto modo, in tempi recenti, di fornire al lettore alcune anticipazioni riguardanti il 3D-Radar; si rimanda per esempio a "Il dettaglio che non scappa", *leStrade* 12/2018, Numero Speciale Strade d'Italia, e, ancora prima, a un'ampia intervista a Maurizio Porcu, specialista di Codevintec, pubblicata sul numero di ottobre 2017 ("Specchio high-tech per il sottosuolo", dossier speciale Ambiente&Territorio). In questa sede, abbiamo pensato di aggiungere un tassello significativo agli approfondimenti già sviluppati, raccontando un'esperienza specifica di utilizzo e applicazione, quella

Fabrizio Apostolo

**1. Campagna di acquisizione 3D-Radar su una sovrastruttura stradale**

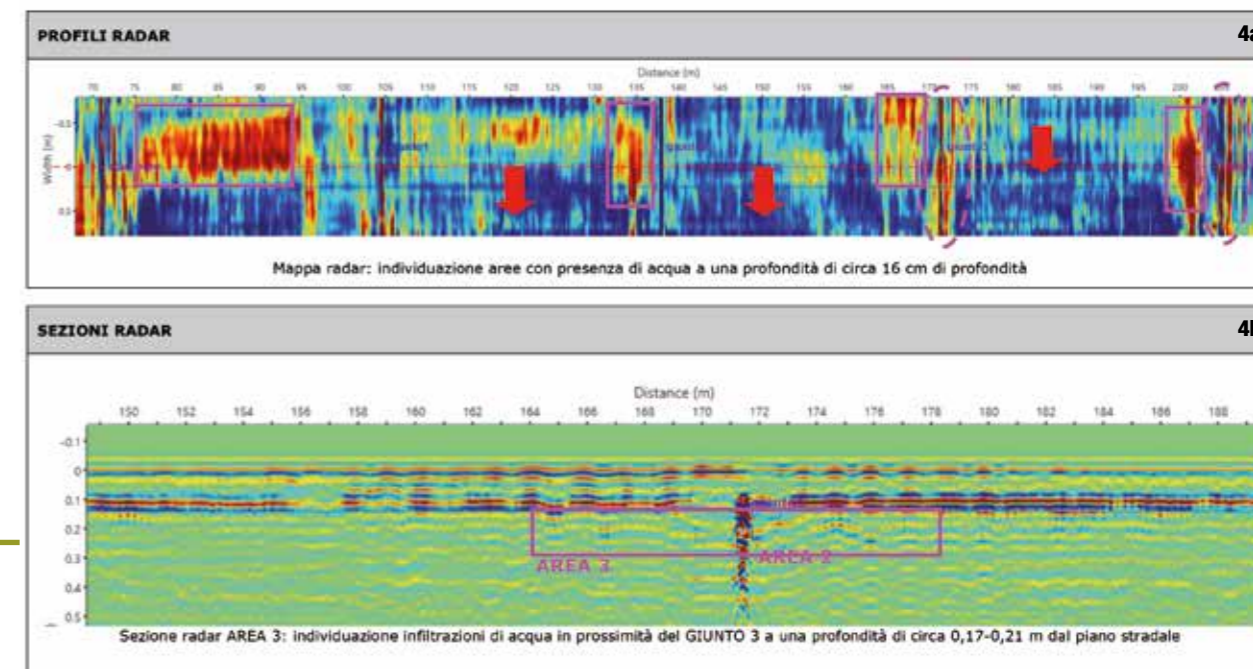
**2. Lo strumento in Italia è distribuito da Codevintec**



**3. Esempi di rilievi effettuati da MTS Engineering utilizzando 3D-Radar: stratigrafia**

**4. Anomalie. Nel caso riportato sono state individuate zone con infiltrazioni di acqua a una profondità di circa 16 cm. In particolare, in aree adiacenti ai giunti strutturali alcune zone presentano una conformazione ed estensione tale da suggerire un deterioramento superficiale delle armature (fig. 4a). La linea rossa e le frecce indicano i punti della mappa radar in cui è possibile individuare la presenza di una trave longitudinale del ponte; nelle successive sezioni (fig. 4b) vengono visualizzati nel dettaglio alcuni esempi delle aree in sezione**

di MTS Engineering ([mtse.it](http://mtse.it)), società di servizi per l'ingegneria, con base a Lecco, che opera nel campo della progettazione di strutture civili, industriali e geotecniche. MTS Engineering, articolata in Divisione Engineering e Divisione Testing, è stata fondata nel 2012 da Michele Fringuelli e Manuel Carsana, che sono a capo, rispettivamente, delle due divisioni menzionate. Abbiamo intervistato, sul tema 3D-Radar (ma non solo) proprio l'ingegner Carsana.



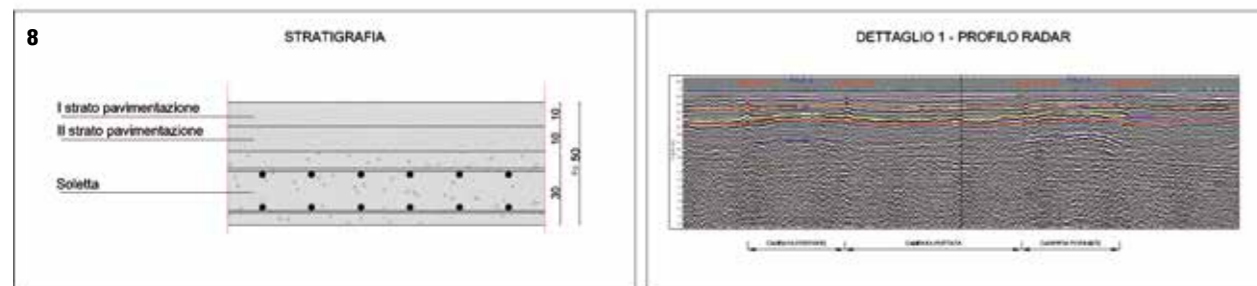
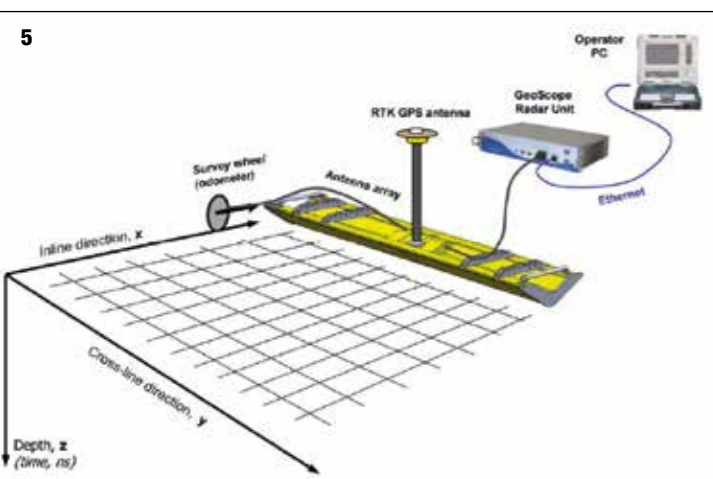
**leStrade. Ingegnere, iniziamo dall'esperienza specifica della vostra società nel campo del monitoraggio e delle ispezioni delle opere d'arte.**

**Carsana.** MTS Engineering nasce nel 2012 a partire, però, di professionalità già specializzate nell'ambito della diagnostica. Personalmente, oltre a operare in primarie aziende del settore, ho avuto la possibilità di accumulare una notevole esperienza (per esempio nel campo dei georadar) collaborando con il Politecnico di Milano. Oggi facciamo indagini sul patrimonio edilizio, sui sottoservizi e anche e soprattutto sulle infrastrutture, impiegando si può dire tutti i principali strumenti messi a disposizione dal mercato.

Facciamo interventi tradizionali, ma anche indagini speciali, con strumentazioni all'avanguardia, dai laser scanner ai georadar tridimensionali ai droni, per esempio su viadotti o gallerie. Abbiamo un team che complessivamente conta circa 20 unità e crediamo molto nell'innovazione tecnologica - che coltiviamo con continui test e sperimentazioni, per noi un investimento - come risorsa preziosa per migliorare l'attività dei soggetti coinvolti nel processo che dal monitoraggio porta alla manutenzione delle opere, con sensibili vantaggi per tutti, a partire dagli utenti finali.

**leStrade. Oltre che utilizzatori (specializzati) di tecnologie, siete dunque anche pionieri di innovazione, ci sembra di capire.**

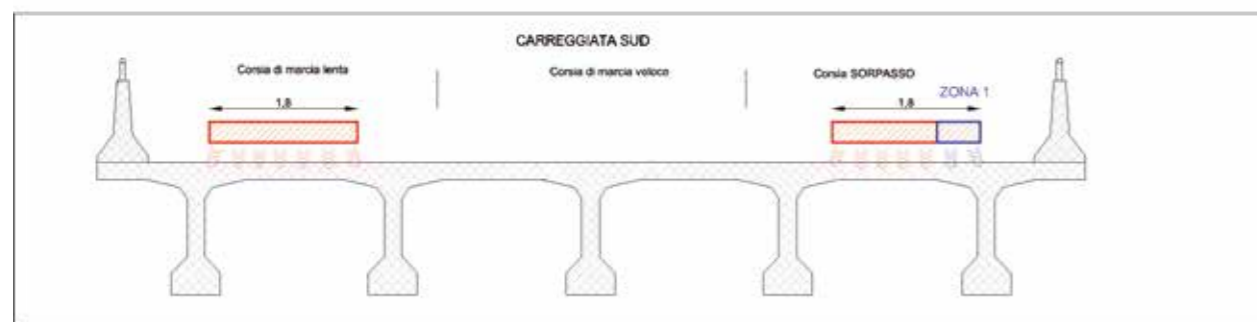
**Carsana.** Non ne facciamo mistero: è una nostra peculiarità. In questo momento per esempio stiamo lavorando a una nuova tecnologia, già impiegata da tempo negli Usa, che consente di indagare lo stato di conservazione di strutture (rilevando eventuali anomalie che possono andare dalla delaminazione alla corrosione) quali le solette dei ponti, un tema di grande attualità. La tecnica - denominata *Magnetic Flux Leakage* - si basa sull'attivazione di campi magnetici che, sulla base dei valori residui, permettono di valutare la presenza di deterioramenti. Un altro ambito di attività che stiamo sviluppando riguarda contestualmente l'impiego dei droni, molto utili per indagare, per esempio, lo stato di conservazione delle torri faro o degli stralli dei ponti.



5. Schematizzazione del funzionamento di 3D-Radar

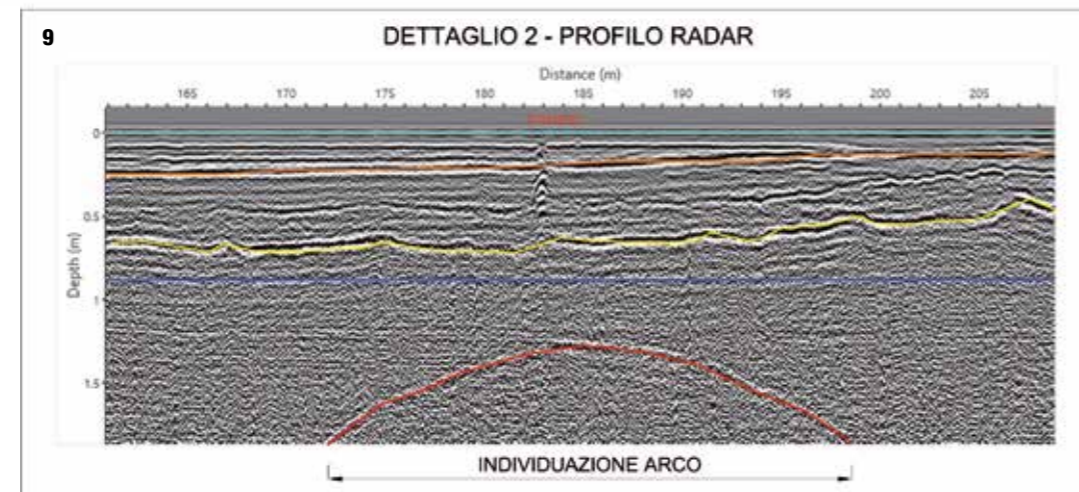
6, 7. Esecuzione del rilievo (acquisizione ed elaborazione sono simultanee)

8, 9. Esempi di acquisizione sui viadotti (fig. 8 profilo longitudinale; fig. 9 profilo trasversale con individuazione dell'arco)



**leStrade. Dal futuro (si spera il più possibile prossimo) al presente. Quale considera l'ultima frontiera nell'ambito delle tecnologie georadar?**

**Carsana.** Un esempio particolarmente efficace e innovativo è proprio quello del 3D-Radar distribuito da Codevintec, che consente di approfondire lo stato di conservazione delle opere d'arte in tempo reale e con un livello di dettaglio notevolissimo. Il salto di qualità consentito da questa tecnologia è palese: operazioni, per esempio, che in precedenza venivano eseguite prevedendo interventi invasivi sulle opere d'arte, con tempistiche dilatate e alti costi, ora possono essere svolte in rapidità e con un livello di approfondimento davvero notevole. Da parte nostra, l'impiego delle tecniche georadar è stato motivato dall'esigenza di offrire ai gestori un aiuto concreto nelle attività di verifica delle condizioni delle opere infrastrutturali, dalla corretta posizione dei ferri delle armature all'impermeabilizzazione delle solette, una necessità oggi sempre più avvertita come fanno bene gli addetti ai lavori. Per fare questo, ci siamo affidati e ci affidiamo sia a soluzioni tradiziona-



li, che in genere prevedono una fase di acquisizione e una di post-elaborazione, ma anche ad autentiche innovazioni come il 3D-Radar, che presenta indubbiamente numerosi punti di forza.

**leStrade. Ce li vuole illustrare?**

**Carsana.** Un aspetto chiave è senz'altro l'alto numero delle frequenze reso possibile dalla tecnologia Step Frequency. Il che consente possibilità multiple di analisi a diverse profondità di acquisizione, da pochi millimetri fino a un metro con la stessa macchina e in un unico passaggio, anche in galleria. Il risultato è quindi sempre in 3D, perché lo strumento nasce tridimensionale. Altri vantaggi sono dati poi dalla larghezza del piano di acquisizione (dai 2 ai 3 m), dalla rapidità del rilievo (noi adottiamo velocità fino a 15 km/h) e dall'elaborazione contestuale all'acquisizione: in tempo reale, infatti, grazie alla tomografia 3D è possibile accorgersi di situazioni che meriterebbero degli approfondimenti. Questo non significa, naturalmente, conoscere al cento per cento le anomalie, tuttavia avere sotto gli occhi una stratigrafia reale, per esempio di un'armatura con le relative problematiche non visibili a occhio nudo (svuotamenti, perdite d'acqua, eccetera), può consentire di andare subito nella direzione giusta. Un'altra caratteristica di 3D-Radar è data dal fatto che lo strumento consente di effettuare acquisizioni anche distanziato di circa 20 cm dalla superficie, dei rilevati dei ponti così come delle volte delle gallerie, il che rappresenta un beneficio nella fase dell'esecuzione. Chiudo con una nota sull'estrema versatilità d'impiego di questa tecnologia: aumentando notevolmente la velocità, per esempio, posso scegliere di acquisire soltanto le informazioni macro (per esempio: gli spessori), per poi andare ad approfondire, "rallentando", soltanto in determinati punti di interesse.

**leStrade. Ingegnere, approfondiamo ancora i casi applicativi articolandoli per tipologia di opera.**

**Carsana.** Noi impieghiamo 3D-Radar sulle strade, per esempio per la verifica degli spessori delle pavimentazioni, ma anche per indagini sulle anomalie, dalle buche ai dissesti, ai movimenti franosi. Un altro ambito è poi il monitoraggio delle impermeabilizzazioni, che ho già avuto modo di citare, per esempio sui rilevati o sugli impalcati di ponti e viadotti, opere in cui interveniamo anche per valutare lo stato di conservazione delle armature (posizione delle barre, geometrie della struttura, spessori). In pratica con un solo passaggio riusciamo a effettuare una sorta di screening dell'intera opera, incluse le pavimentazioni. Se pensiamo che la larghezza standard di acquisizione è pari a 2 m con possibili estensioni fino a 3 m, con appena tre "striscia-

te" possiamo mappare un intero asse autostradale, individuando in tempo zero le anomalie e condividendo l'informazione con gli addetti ai lavori attraverso un'interfaccia e sistemi davvero molto *friendly* e intuitivi.

Proseguendo il discorso sui campi d'impiego (tralascio in questa sede quelli in ambito agrario o archeologico, che pure sono significativi, per non parlare della mappatura dei sottoservizi, campo in cui la tecnologia georadar è fortunatamente sempre più diffusa e apprezzata), arriviamo quindi alle gallerie, di cui abbiamo avuto alcune esperienze recenti. Qui, il georadar consente per esempio di evidenziare se le discontinuità puntiformi visibili con strumenti tradizionali sulla volta o sui piedritti debbano essere o meno oggetto di approfondimenti più consistenti, perché per esempio "nascondono" vuoti o bolle d'aria, oppure nidi di ghiaia. Con il 3D-Radar, inoltre, è anche possibile ricavare una stratigrafia dettagliata riguardante la posizione delle centine.

**leStrade. Ad oggi quali sono, se ve ne sono, le criticità d'impiego?**

**Carsana.** Per pavimentazioni e ponti, la tecnica di acquisizione è consolidata, dal momento che il carrello con il georadar viene agganciato semplicemente a un veicolo. In galleria, invece, dal punto di vista esecutivo siamo ancora in una fase di evoluzione, dal momento che impieghiamo (comunque con ottimi risultati) tecniche "artigianali". Molti operatori sono però concordi sul fatto che una prossima standardizzazione potrebbe consistere nel collocare lo strumento sul braccio di un sollevatore telescopico, che in cabina accoglie l'operatore della macchina e specialista del rilievo.

**leStrade. Dal punto di vista strettamente tecnologico, possiamo invece dire che ci siamo...**

**Carsana.** La tecnologia è per sua natura dinamica, per questo non smettiamo mai di osservarne le evoluzioni. Nel caso specifico, tuttavia, siamo di fronte a uno strumento che davvero risolve molti problemi e ci porta dritti nel futuro. Rendere istantanee le acquisizioni evitando di effettuare "scassi" o impiegare pozzetti d'ispezione è un passaggio dirimente. Come quello del resto reso possibile dai droni impiegati per le verifiche delle torri faro, evitando così agli ispettori "scalate" di 60 m, o dai nuovi sistemi di mappatura continua degli stralli, un approccio molto diverso dalle classiche battute puntuali. ■■



10. Indagini in galleria effettuati dagli specialisti di MTS Engineering con strumentazione 3D-Radar