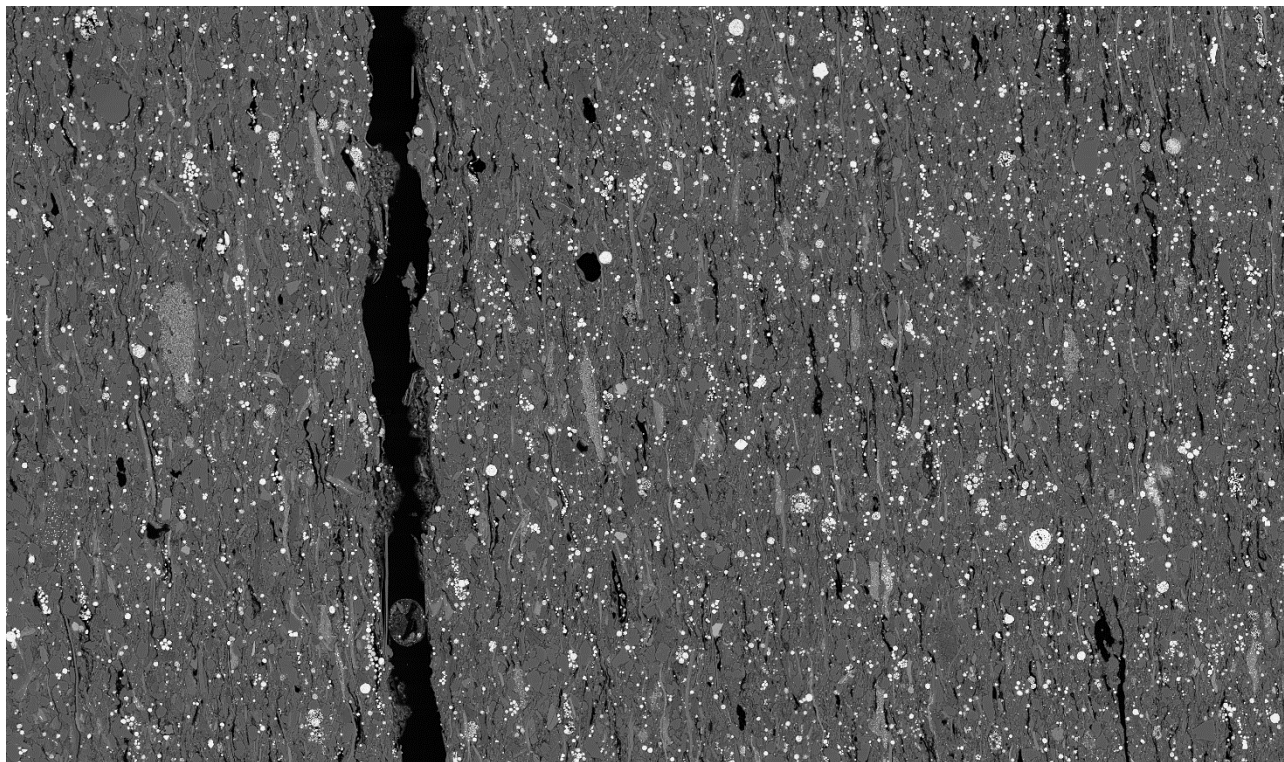


eCognition per l'analisi del sottosuolo

di Keith Peterson



La maggior parte dei nostri utenti opera in superficie e alcuni anche sott'acqua, ma pochissimi utilizzano la tecnologia eCognition nel sottosuolo. Il nostro cliente ExxonMobil sta facendo proprio questo. Negli ultimi 5 anni, ho lavorato insieme a un team di geologi innovatori presso la sede della Exxon a Houston, in Texas, per rivoluzionare il modo in cui elaborano le sezioni geologiche sottili (fette di roccia da una trivellazione geologica). In questo studio dunque la tecnologia Trimble eCognition è stata usata per analizzare immagini microscopiche di roccia. Ma, al centro di tutto c'era un problema di analisi delle immagini e la soluzione è stata trovata nel metodo che chiamiamo “Quantitative Digital Petrography” (QDP).

Insieme abbiamo pubblicato l'articolo intitolato “[Quantitative Digital Petrography: Full Thin Section Quantification of Pore Space and Grains](#)” in Society of Petroleum Engineers. La pubblicazione iniziale è stata seguita da un secondo articolo a Maggio 2019 intitolato “[Quantitative Digital Petrography: A Novel Approach to Reservoir Characterization](#)” scritto insieme a Antonio Buono, Kelly Luck, PJ Moore e Shawn Fullmer di ExxonMobile Upstream Research Company.

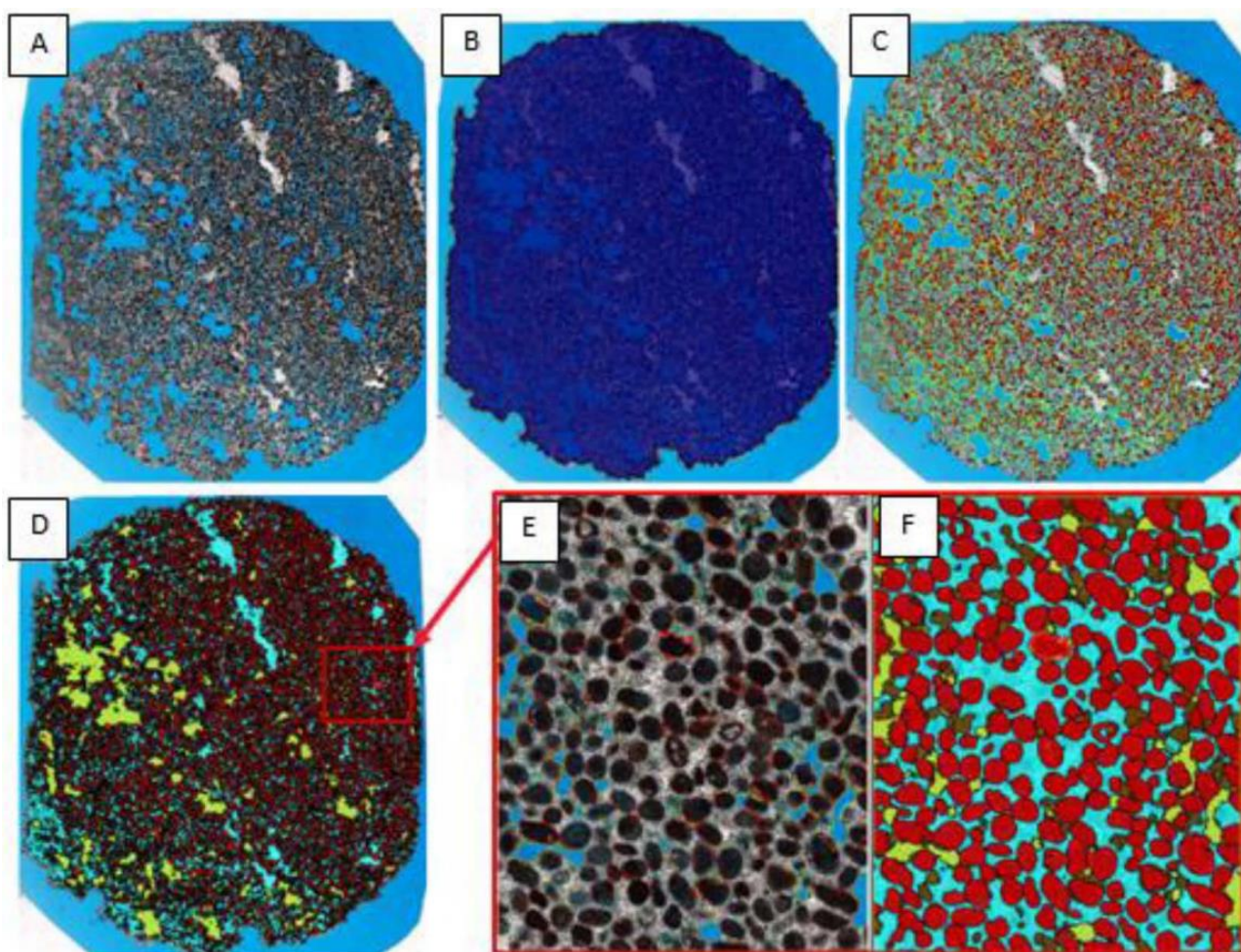
ExxonMobil ha contattato il team Trimble eCognition quasi 5 anni fa esponendo un problema di analisi dell'immagine interessante e stimolante: è possibile automatizzare l'analisi di sezioni sottili di carbonato? Tradizionalmente, questo tipo di analisi si è basato su un metodo manuale chiamato conteggio dei punti “che sono da qualitativi a semiquantitativi e variano notevolmente a seconda del petrografo”. In sostanza, l'esperto petrografo getta una rete di oltre 300 punti campione attraverso la sezione sottile e caratterizza la sezione sottile in ogni punto. I risultati vengono quindi estrapolati all'intera sezione sottile.

Ci sono diversi problemi con questa metodologia: 1) non fornisce veramente informazioni quantitative da parete a parete sulla sezione sottile, 2) fa molto affidamento sull'interpretazione del singolo esperto petrografo, 3) richiede tempo (tra 1-8 ore per sezione sottile). Se stiamo esaminando solo alcune sezioni sottili selezionate, potrebbe sembrare – tutto sommato - un metodo buono, tuttavia, se si considerano migliaia e migliaia di immagini che arrivano in continuazione, i colli di bottiglia nella metodologia tradizionale si fanno immediatamente sentire.

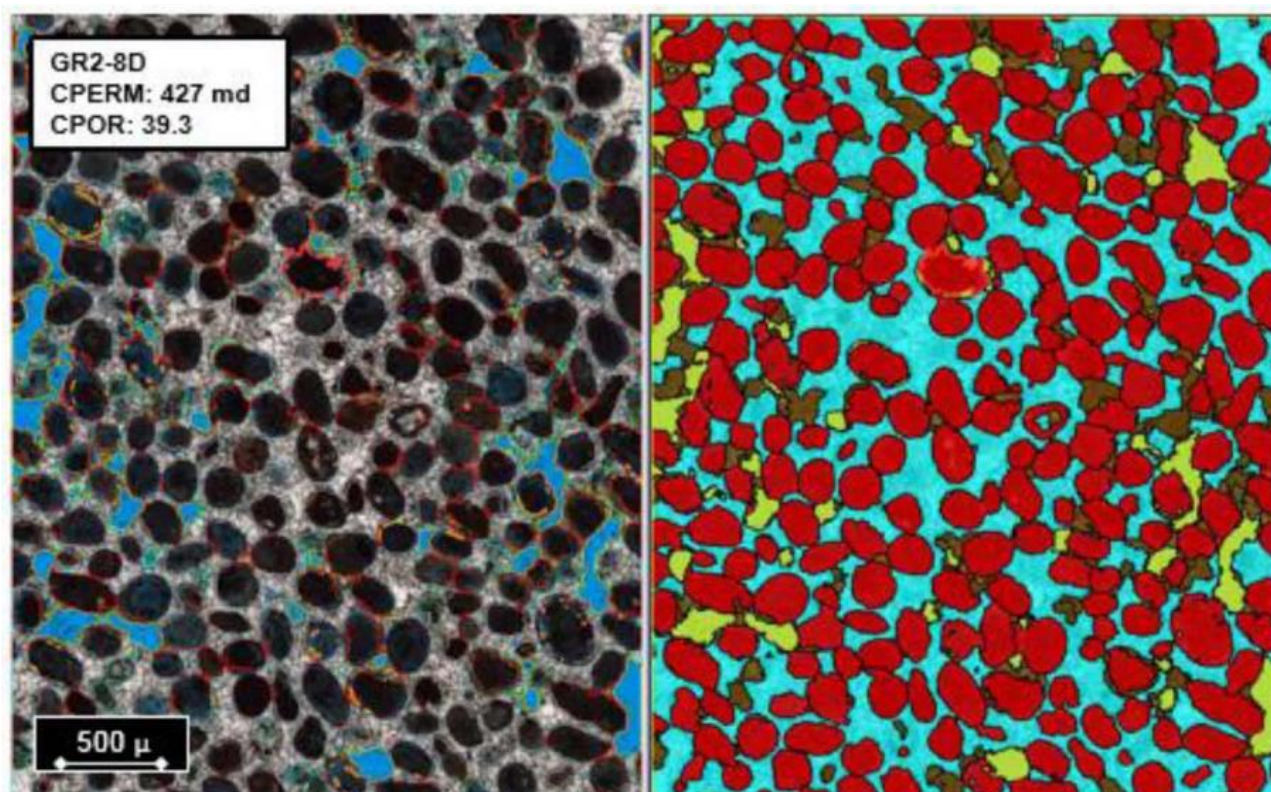
Come suggerisce il nome del nostro articolo, abbiamo sviluppato un nuovo metodo chiamato “Quantitative Digital Petrography (QDP)” per automatizzare l'analisi di sezioni sottili di carbonato e risolvere i 3 problemi principali identificati sopra. QDP utilizza tecniche di analisi delle immagini basate su oggetti che “isolano automaticamente il campione su una sezione sottile scansionata ad alta risoluzione (cioè $<1\mu\text{m}$ / pixel), segmenta l'immagine e assegna quei segmenti a categorie predefinite”.

Il flusso di lavoro dell'analisi delle sezioni sottili può essere suddiviso in 4 passaggi generali:

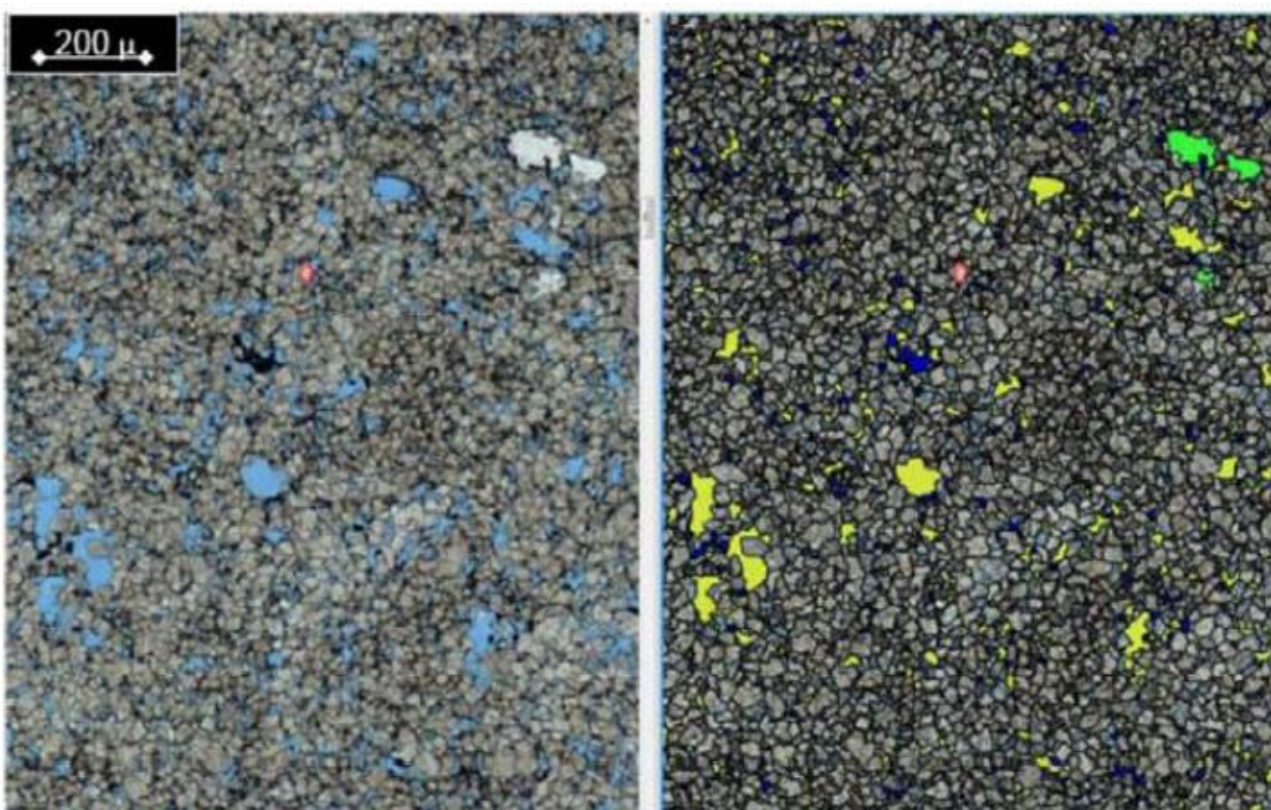
- 1) l'isolamento della regione di interesse (ROI) all'interno della sezione sottile scansionata: qui si discrimina automaticamente tra il campione effettivo e il materiale epossidico circostante. A tale scopo, si ricampiona l'immagine, poiché non è richiesta la risoluzione massima, e si applica un filtro per applicare uno smoothing all'immagine. Infine, viene utilizzata una *contrast split segmentation* che consente al software eCognition di determinare automaticamente i migliori parametri per la differenziazione tra il campione e il materiale epossidico circostante.
- 2) Viene quindi eseguita una segmentazione multirisoluzione dettagliata sulla ROI, generando oggetti immagine che riflettono l'omogeneità nello spettro dei colori RGB. Questo passaggio crea gli oggetti immagine che verranno successivamente suddivisi in classi
- 3) Per assegnare automaticamente gli oggetti immagine alle varie classi, sono state generate delle descrizioni utilizzando le caratteristiche uniche di RGB e di tonalità, saturazione, intensità (HSI). L'obiettivo è quello di avere una descrizione di classe quanto più accurata possibile e tuttavia altamente trasferibile che consenta di “applicare la classificazione in batch a un gran numero di campioni contemporaneamente”. L'uso di più parametri quantitativi in combinazione con gli strumenti automatizzati “riduce al minimo la soggettività dell'utente”
- 4) Il passaggio finale consiste nell'esportare le informazioni sull'oggetto immagine da eCognition: “l'isolamento di ciascuna classe consente ulteriori analisi, comprese le dimensioni dei pori, l'abbondanza dei vari tipi di pori e le statistiche di forma”, tutte calcolate ed esportate per ogni oggetto immagine. Queste informazioni possono essere facilmente compilate in fogli di calcolo per “ulteriori analisi e integrazione con i dati esistenti, come CCAL e SCAL”.



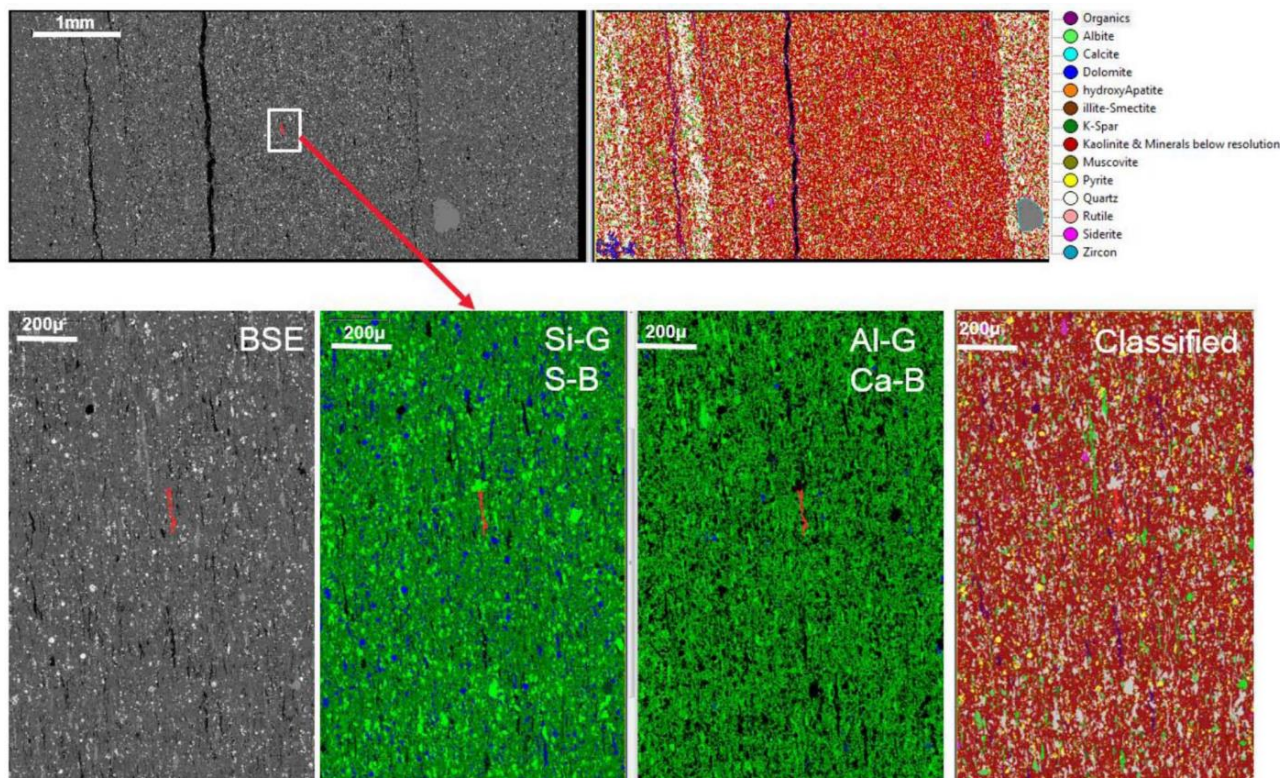
L'articolo esamina tre esempi di QDP che abbiamo eseguito su diversi set di dati. L'esempio 1 esamina un campione di calcare in cui sono stati estratti grani, pori, cemento e caratteristiche di micrite.



Il secondo esempio esamina un campione di dolomia a grana fine e la classificazione isola i grani di dolomite, i pori, il bitume e l'anidrite. "Un confronto tra il conteggio dei punti e la tecnica QDP mostra un allineamento abbastanza vicino nella valutazione della dimensione dei grani, ma con un aumento significativo della densità dei dati (270 punti tramite il conteggio dei punti e 1.048.575 punti tramite QDP)".



Il terzo esempio che abbiamo esaminato utilizzava i dati della microscopia elettronica a scansione (EDS) per un campione di scisto grigio. "Questo esempio illustra la versatilità dell'approccio QDP al di là delle immagini ottiche, dove rocce eterogenee più complesse richiedono più set di dati per caratterizzare con precisione assemblaggi minerali, geometrie, abbondanza relativa e distribuzione". Sebbene l'approccio QDP generale possa essere applicato a un campione come questo, c'erano parti del Rule Set che dovevano essere adattate, ad esempio, la classificazione dei grani non era possibile solo sull'immagine del microscopio. Per questo i dati sono stati integrati con altri. Le capacità uniche di fusione dei dati di eCognition consentono l'integrazione di diversi set di dati.



La fase finale del nostro sviluppo in eCognition si è concentrata sulla creazione di uno strumento per il conteggio dei punti - "La versatilità del software Trimble eCognition consente anche di creare uno script per il conteggio manuale dei punti", strumento che consente all'utente di mantenere in modo efficiente il flusso di lavoro del progetto all'interno di un singolo pacchetto software. Gli strumenti che abbiamo sviluppato consentono all'utente di sovrapporre una griglia di conteggio punti tradizionale sul campione e di registrare misurazioni manuali che possono essere confrontate con i risultati QDP.

In conclusione, la tecnica QDP che abbiamo sviluppato "espande notevolmente la nostra capacità di analizzare digitalmente un gran numero di immagini ad alta risoluzione in sezione sottile con un grande risparmio di tempo e fornisce un livello di dettaglio nella nostra analisi che non era stato precedentemente raggiunto da nessuno metodo pratico".