

PROGETTO DI REVISIONE "GEOLOGICALLY DRIVEN" DEI DATI GEOFISICI: VAL D'AGRI CASE HISTORY

A. Avella, D. Borrini, D. Catellani, F. Doniselli, P. Follino, R. Longoni, M. Meda, N. Pajola, L. Perrone,
A. Pugliese, M. Riva, N. Rubiliani, P. Storer

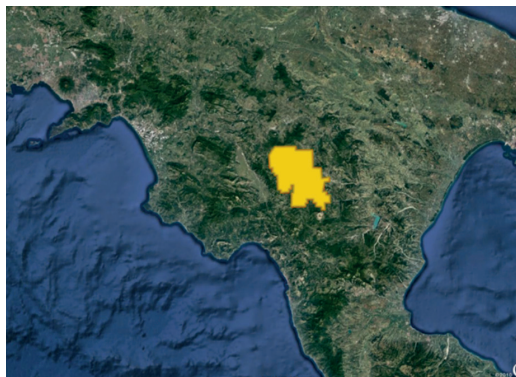
Eni SpA

L'integrazione dei dati e la realizzazione di progetti integrati multidisciplinari rappresenta un fattore cruciale di incremento e diffusione delle conoscenze e di ottimizzazione dei processi, sia in termini di costi, di tempi e di qualità finale. Anche nel campo dell'esplorazione petrolifera la contaminazione tra le diverse discipline geologiche e geofisiche può portare alla generazione di modelli integrati capaci di onorare per quanto possibile tutti i dati a disposizione, restituendo modelli e dati con un alto valore industriale.

All'interno dei processi industriali, e di quelli legati alle attività dell'Oil&Gas, questa integrazione è da sempre resa possibile e favorita dalla notevole quantità di dati, informazioni, metodologie e competenze che le industrie hanno a disposizione. Tuttavia, questo processo è lungi dall'essere consolidato e privo di difficoltà, a causa di molti aspetti, tecnici, gestionali, organizzativi e anche umani.

Di particolare interesse è quindi il caso di un progetto integrato tra i servizi di esplorazione, geologia e geofisica eseguito recentemente in Eni e finalizzato alla revisione del modello del giacimento onshore italiano, Val d'Agri, Basilicata. Il progetto, durato circa due anni, è stato interamente realizzato da personale Eni, utilizzando i dati, sia geofisici che geologici, le tecnologie, le risorse, le conoscenze, le competenze e gli strumenti software e hardware.

Il giacimento della Val d'Agri ha una produzione di circa 80.000 barili/giorno, e svolge un ruolo importante nel panorama energetico italiano ed europeo, riuscendo a soddisfare circa il 5% del fabbisogno italiano di idrocarburi. L'esistenza di giacimenti di idrocarburi in Basilicata era già nota in antichità, grazie alla presenza di venute a giorno di petrolio in particolare nel comune di Tramutola, in provincia di Potenza; la perforazione del primo pozzo esplorativo da parte di Agip, avvenuta nel 1988, ha confermato la presenza di importanti riserve nel sottosuolo della Val d'Agri.



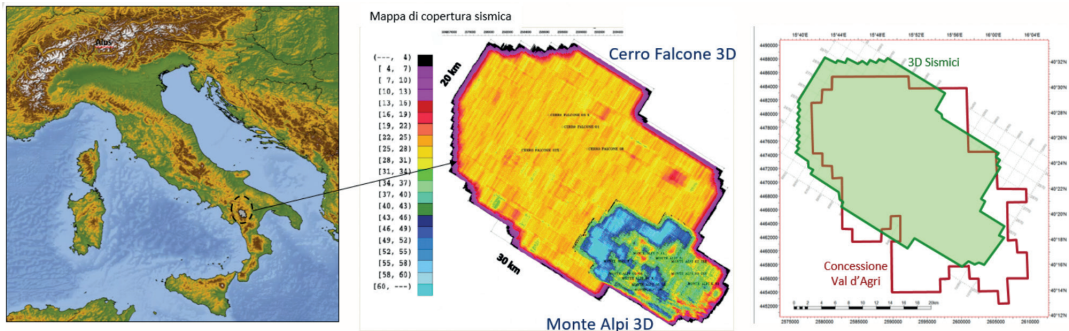
La concessione Val d'Agri.



Affioramenti spontanei di idrocarburi all'interno dell'area, nel comune di Tramutola, erano già noti in antichità.

Il bacino della Val d'Agri è ubicato nell'Appennino Meridionale, ed è caratterizzato da una strutturazione geologica che si può sommariamente suddividere in tre fasi: una prima fase di compressione appenninica (Miocene inferiore – Pliocene inferiore) che ha portato ad un impilamento delle falde verso Est; una fase transpressiva e di inversione delle strutture normali profonde, datata Pliocene inferiore – Pleistocene inferiore, e infine una fase estensiva e transtensiva delle unità alloctone (Pleistocene medio – Quaternario). Ne consegue una

elevata complessità geologica dell'Appennino Meridionale, ben riscontrabile anche nell'area del giacimento. Tale complessità ha avuto un significativo impatto anche nella acquisizione, elaborazione e interpretazione dei dati sismici; basti citare il fatto che, a causa della topografia accidentata, una parte significativa dei punti sorgente è stata acquisita utilizzando l'elicottero per spostare le perforatrici. I rilievi sismici 3D sono stati acquisiti in due fasi, nel 1994 e nell'anno 2000 e sono caratterizzati, specie se paragonati con rilievi sismici acquisiti in aree geologicamente e morfologicamente più semplici, da un basso rapporto segnale / rumore, a causa di molteplici fattori, quali la morfologia della zona, le forti variazioni laterali di velocità, la presenza di strati verticali, rumori ambientali, ecc.



Nel corso degli anni e con l'aumentare dei dati di pozzo disponibili è emersa con sempre maggiore forza la necessità di una revisione del modello di giacimento che cercasse di onorare tutti i dati e permettesse una migliore comprensione sia della struttura interna del giacimento che della copertura alloctona. Dal lato geofisico, l'avvento di nuove metodologie di elaborazione dei dati sismici e di sempre maggiori potenze di calcolo ha reso concreta la possibilità di migliorare i dati sismici, attraverso una rielaborazione dei dati stessi. Tuttavia, proprio per le caratteristiche dei dati sismici disponibili, è da subito emersa la difficoltà di applicare tecniche convenzionali di rielaborazione durante il processo, e che d'altro canto molti step avrebbero potuto beneficiare sensibilmente di input geologici, risolvendo almeno parzialmente il problema del già citato basso rapporto segnale / rumore dei dati sismici. È stato quindi proposto, prima in Eni poi anche al partner della Joint Venture, la creazione di un progetto integrato tra geologia, geofisica e esplorazione finalizzato alla revisione congiunta del modello geologico e dei dati geofisici. Il progetto, durato circa due anni, ha visto coinvolte risorse Eni con conoscenze e competenze differenti, sia in ambito geologico, geofisico, esplorativo e di ricerca e sviluppo, per un impegno complessivo pari a circa 6 anni /uomo.

Il team di lavoro ha lavorato per tutta la durata del progetto in stretta collaborazione e con approccio integrato, eliminando il più possibile le barriere che normalmente rendono difficoltosa la circolazione delle idee, delle informazioni e dei risultati.

Tra i vari step del progetto, due fasi possono descrivere efficacemente questo approccio: la revisione delle correzioni statiche e la creazione del volume di velocità per la conversione in profondità del dato sismico. Entrambe le fasi vengono normalmente svolte utilizzando le informazioni contenute nel dato sismico stesso; come già accennato, questa possibilità è, nell'area della Val d'Agri, limitata a causa della scarsa qualità del dato sismico.

Correzioni Statiche: Le correzioni statiche sono correzioni applicate alle riflessioni sismiche per compensare sia gli effetti delle differenze in elevazione tra sorgenti e ricevitori dovute a variazioni topografiche che le variazioni di velocità dei livelli di suolo più superficiali.

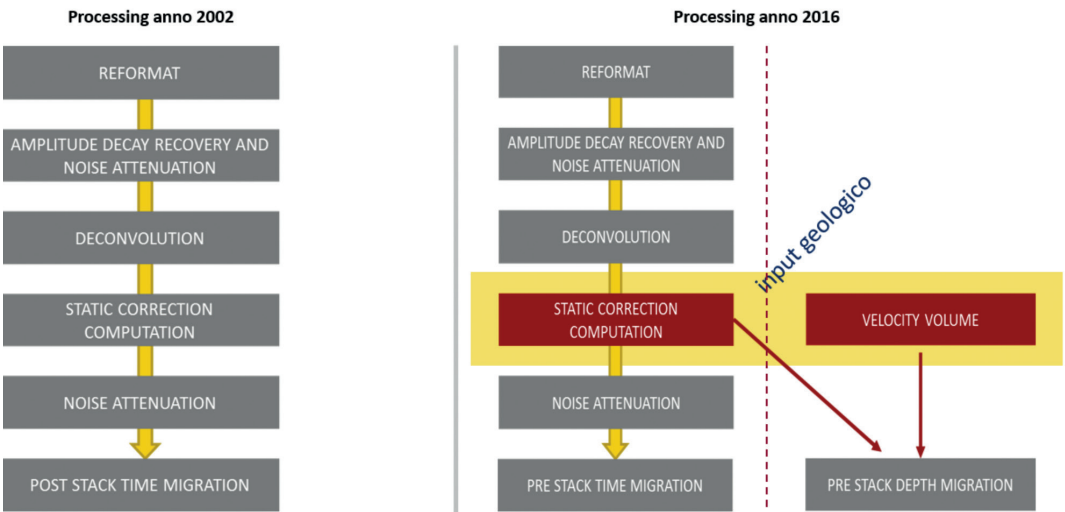
Le quote sul terreno in cui vengono ubicati i punti di scoppio e i ricevitori sono note, mentre le variazioni di velocità superficiali (la cosiddetta velocità di riduzione al piano di riferimento 400m in Val d'Agri) devono essere stimate in modo indiretto.

L’approccio geofisico prevede di ricavare una stima della “replacement velocity” proprio dall’analisi del dato sismico: l’inversione tomografica delle prime riflessioni di tutti i punti di scoppio acquisiti fornisce informazioni sulla variabilità sia verticale che spaziale della velocità superficiale.

Applicando al dato sismico le correzioni statiche calcolate utilizzando questa metodologia si ottiene un buon risultato dal punto di vista dell’immagine sismica che risulta meglio focalizzata grazie a una buona stima delle correzioni statiche a breve periodo. Di contro, l’assetto strutturale delle riflessioni non è corretto. Infatti, la profondità che si riesce ad indagare con questa metodologia è di poche centinaia di metri, pertanto il risultato che si ottiene è valido in presenza di differenze tra le quote topografiche e il piano di riferimento piuttosto contenute, ben inferiori a quanto si riscontra invece in val d’Agri, dove le differenze di quota tra le zone montuose e il piano di riferimento (400m) superano i 1000 metri. In altre parole, la componente a lungo periodo della correzione statica non viene correttamente risolta.

Approcciando il problema da un punto di vista geologico, si sono quindi stimate le variazioni spaziali di velocità tra la base dello strato di sottosuolo indagato della tomografia e il piano di riferimento, utilizzando informazioni quali le velocità di pozzo e le velocità delle varie formazioni geologiche presenti nell’area. Le correzioni statiche calcolate utilizzando questa nuova “replacement velocity” ricavata dall’approccio geologico producono, contrariamente alle statiche tomografiche, un dato sismico dall’assetto strutturale corretto ma poco risolto dal punto di vista dell’imaging.

Combinando i due approcci, ovvero la variazione di velocità negli strati superficiali fornita dall’approccio geofisico con la variazione di velocità in profondità ricavata dall’approccio geologico si è arrivati alla produzione di una mappa di “replacement velocity” ibrida, in grado di generare un dato sismico con un migliore imaging e un più corretto assetto strutturale.



Costruzione del volume di velocità per la conversione in profondità del dato sismico: un obiettivo del progetto era anche la generazione del primo volume sismico in profondità, che necessita di un volume di velocità per il passaggio dal dominio tempi al dominio profondità. Il processo di costruzione del volume di velocità avviene normalmente analizzando i dati sismici e ricavando da essi le informazioni di velocità di propagazione delle onde. Nel caso dei volumi sismici della Val d’Agri il dato – come già detto precedentemente – ha un basso rapporto segnale / disturbo e quindi non permette di utilizzare questo approccio; è stato quindi necessario avvalersi di informazione esterne – l’interpretazione sismica e i dati di pozzo in particolare

– per ricostruire le funzioni di velocità e le loro variazioni laterali e verticali. A valle di una revisione stratigrafica dei pozzi di interesse, è stata eseguita una analisi statistica delle velocità, ricavando informazioni di velocità media per gli orizzonti ricavati dalla interpretazione sismica. Infine, l'extrapolazione delle funzioni di velocità è stata guidata da considerazioni di carattere geologico.

Conclusione: il progetto di revisione “geologically driven” dei rilievi sismici 3D della Val d'Agri ha raggiunto gli obiettivi fissati inizialmente, e cioè un miglioramento del dato sismico in dominio tempi e la generazione del primo volume sismico in profondità. Durante il progetto è stata avviata anche la parziale revisione del modello geologico sia del giacimento che delle sequenze alloctone, revisione che procederà con l'interpretazione dei nuovi volumi sismici disponibili. I risultati sono stati raggiunti anche grazie all'approccio integrato multidisciplinare, che si è rivelato un fattore chiave nel raggiungimento degli obiettivi. Infine, il progetto ha confermato anche il valore di tale approccio multidisciplinare come fattore di condivisione e diffusione delle conoscenze.

Per approfondimenti, di seguito viene riportata la bibliografia essenziale.

Bibliografia

- Biondi B., *3D seismic Imaging*, Investigation in Geophysics, 2006.
- Jacopo Panizzardi, Nicola Bienati, and Erika Gentile 2011. *Non hyperbolic moveout anisotropic MVA*. SEG Technical Program Expanded Abstracts 2011: pp. 3913-3917.
- Cox, M. 1999. *Static Corrections for Seismic Reflection Surveys*. Geophysical References Series.
- Hale D. 2010. *Image-guided 3D interpolation of borehole data*. SEG Technical Program Expanded Abstracts. 1266-1270.
- Kosloff, D., Sherwood, J., Koren, Z., Mchet, E., Falkovitz, Y. 1996. *Velocity and interface depth determination by tomography of depth migration gathers*. Geophysics, 61(5): 1511-1523.
- Marquez, F. O. and Nogueira, C. R., 2008, *Normal fault inversion by orthogonal compression: Sandbox experiments with weak faults*: Journal of Structural Geology, 20, 761-766.
- Mostardini, F. and Merlini, S. 1986. *Appennino centro-meridionale: sezioni geologiche e proposta di modello strutturale*, AGIP, 74th Congresso della Società geologica Italiana, Roma.
- Panizzardi J., Bienati N. and Gentile E. (2011) *Non hyperbolic moveout anisotropic MVA*. SEG Technical Program Expanded Abstracts 2011: 3913-3917.
- Patacca, E. and Scandone, P. 2007. *Geology of the Southern Apennines*. Bollettino della Società Geologica Italiana Special Issue, 7, 75-119.
- Pescatore, T., Renda, P., Schiattarella, M. and Tramutoli, M. 1999. *Stratigraphic and structural relationship between Meso-Cenozoic Lagonegro basin and coeval carbonate platforms in southern Apennines, Italy*, Tectonophysics, 315, 269-286.
- Shiner, P., Beccacini, A. and Mazzoli, S. 2004, *Thin-skinned versus thick skinned structural models for Apulian carbonate reservoirs: constraints from the Val d'Agri Fields, S. Apennines, Italy*: Marine and Petroleum Geology, 21, 805-827.
- Spadavecchia E., Panizzardi J., Lipari V. and Urbano D., *Well-tie Constrained Tomography in TTI Media*, 77th EAGE Conference and Exhibition 2015.
- Spinner, M., Tomas, C., Marchetti, P., Gallo, C., Arfeen, 2012. *Common-offset CRS for advanced imaging in complex geological settings*. Proceedings of 82nd Annual Meeting and International Exposition of the Society of Exploration Geophysics – SEG, pp 1-5.
- Van Dijk, T. P., Bello, M., Toscano, C., Bersani, A., Nardona, S. 2000. *Tectonic Model and three-dimensional fracture network analysis of Monte Alpi (Southern Apennines)*. Tectonophysics, 324, 203-237.
- Zembo, I., Panzeri, L., Galli, A., Bersezio, R., Martini, M. and Sibilina, E., 2009, *Quaternary evolution of the intermontane Val d'Agri Basin, Southern Apennines*: Quaternary Research, 72, 431-442.