

Dati di sottosuolo: analisi e correlazione alla scala regionale

Fabio Carlo Molinari



*NUOVI STUDI SULLA PERICOLOSITA' SISMICA REGIONALE
Bologna, 5 Dicembre 2017*

Premessa:

Questo studio di sottosuolo si è basato sull'esistenza e disponibilità di una cospicua mole di dati derivanti dall'esplorazione petrolifera e ha avuto come obiettivo principale l'elaborazione di sezioni geologiche profonde alla scala regionale e di bacino in grado di evidenziare le principali strutture tettoniche sepolte e i relativi elementi strutturali

CONTENUTI DELLA PRESENTAZIONE

1) BANCA DATI UTILIZZATA

2) ARMONIZZAZIONE DEL DATO E TRANSETTI ALLA SCALA REGIONALE E DI BACINO

3) ANALISI E CORRELAZIONE DEI PROFILI DI POZZO E DEI PROFILI SISMICI (ENI)

5) ELABORAZIONE DELLE SEZIONI E COMMENTO AGLI ELABORATI

6) CONSIDERAZIONI SU ASPETTI DI NEOTETTONICA

7) MODELLAZIONE GEOLOGICA 3D

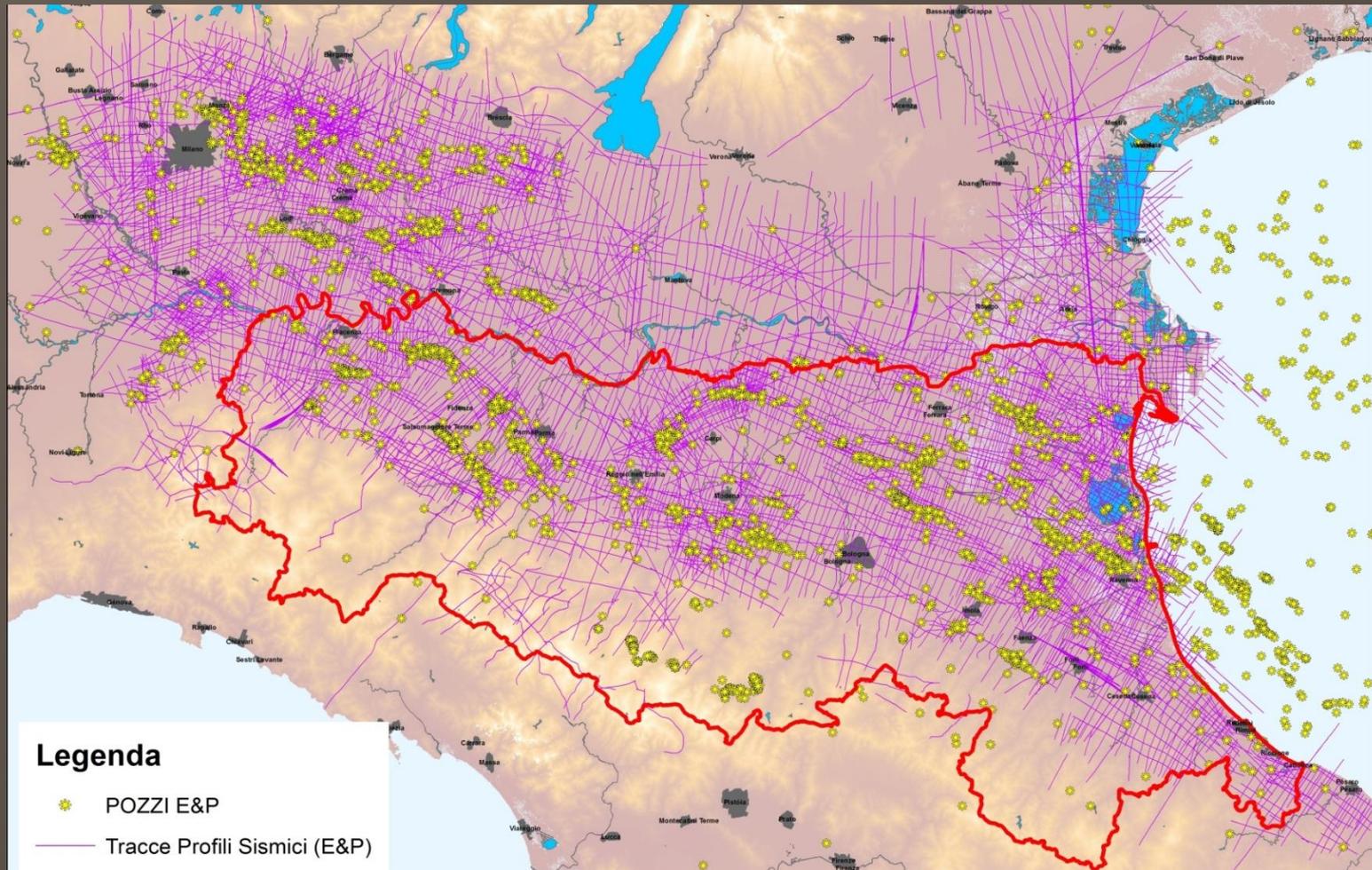
8) CONCLUSIONI

Banca Dati:

In questo studio ci si è basati su una cospicua mole di dati derivanti dall'esplorazione petrolifera.

- 1) Profili di Pozzo (E&P) disponibili presso la Banca Dati del SGSS (**1400 profili di pozzo** sul territorio RER).
- 2) La consultazione negli anni 2015/2016 e 2017 presso la data room di S.Donato Milanese di ENI dei profili sismici a riflessione. In particolare ENI ha messo a disposizione anche profili esterni al settore regionale che hanno consentito una maggiore estensione dell'interpretazione profonda alla scala di bacino. **Totale Profili Sismici circa 3500.**

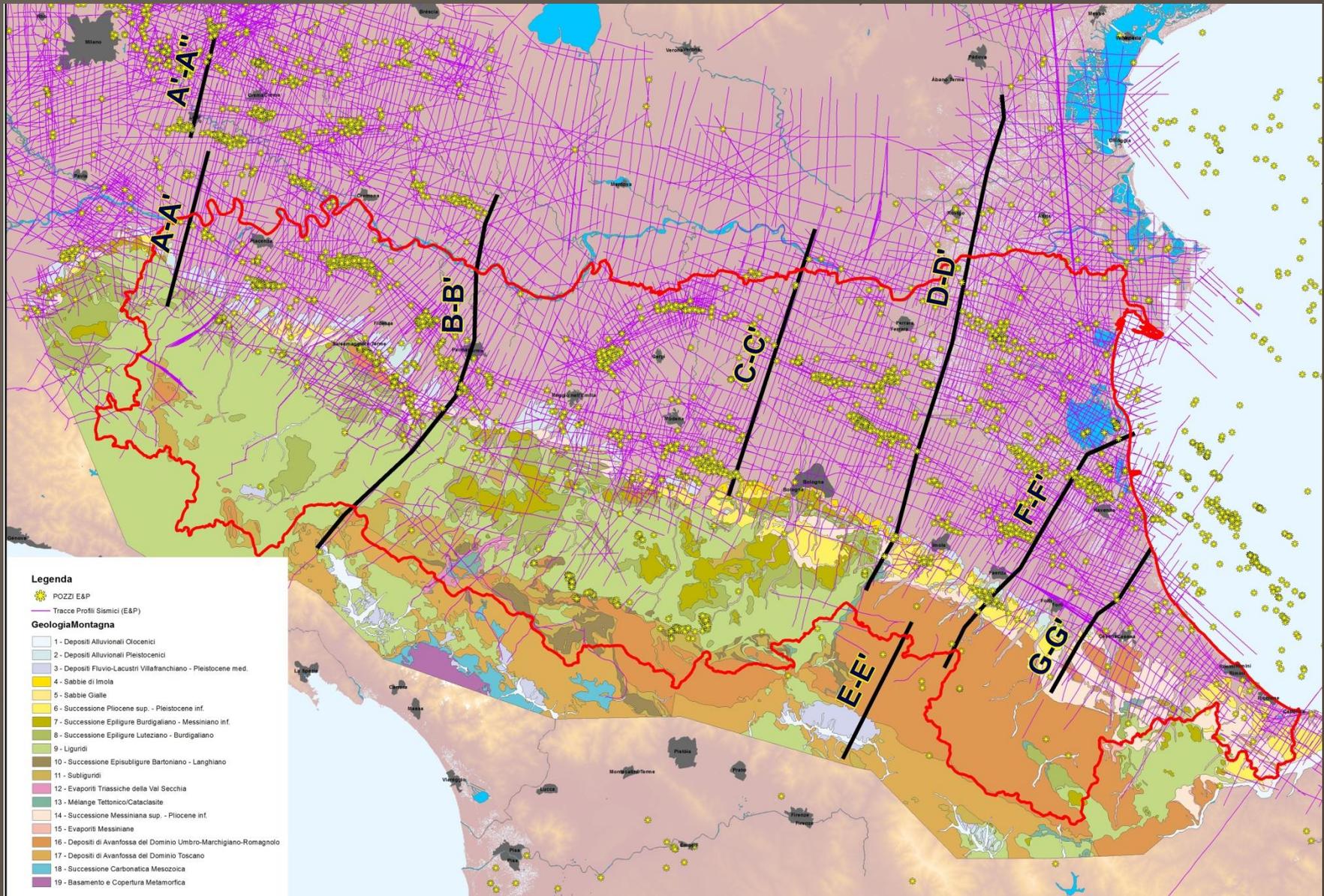
Per le finalità di questo studio si è reso necessario l'utilizzo di questi dati che per la loro tipologia consentono di operare analisi, interpretazioni e correlazioni alla scala regionale



Transetti Geologici alla Scala Regionale e di Bacino

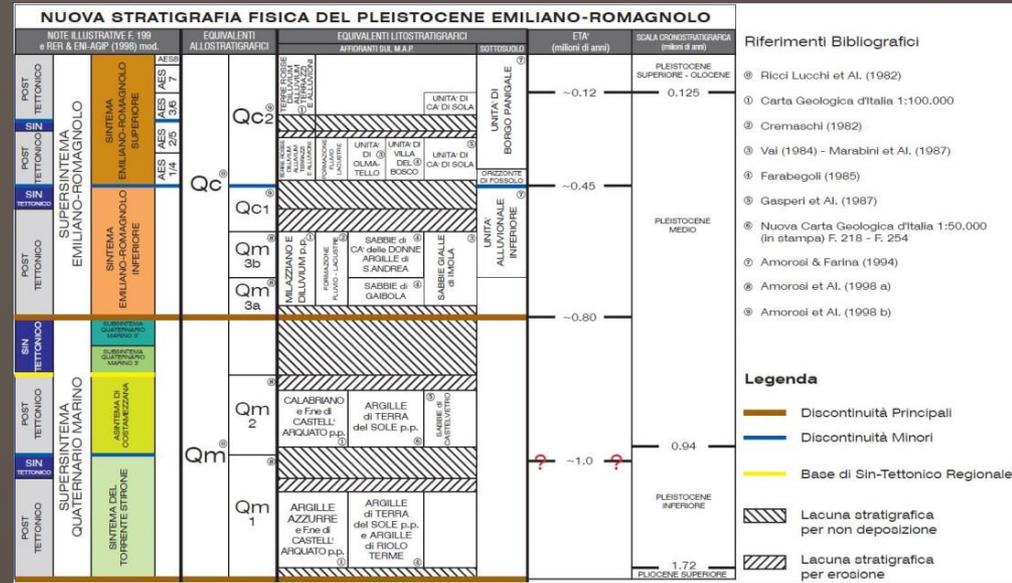
In base all'ubicazione dei profili sismici, dei dati di pozzo e alla relativa qualità del dato è stato possibile individuare dei transetti geologici alla scala regionale e di bacino.

Durante il lavoro svolto presso la data-room sono stati fatti dei "merge" dei profili sismici di interesse che hanno consentito una continuità fisica di correlazione dei principali elementi geologici (superfici, faglie...)



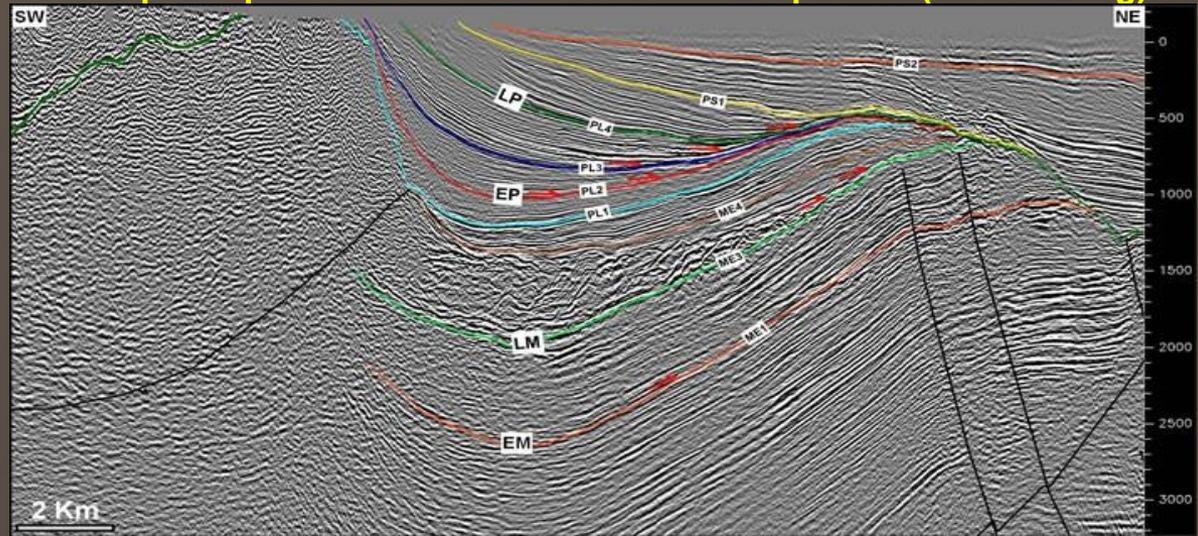
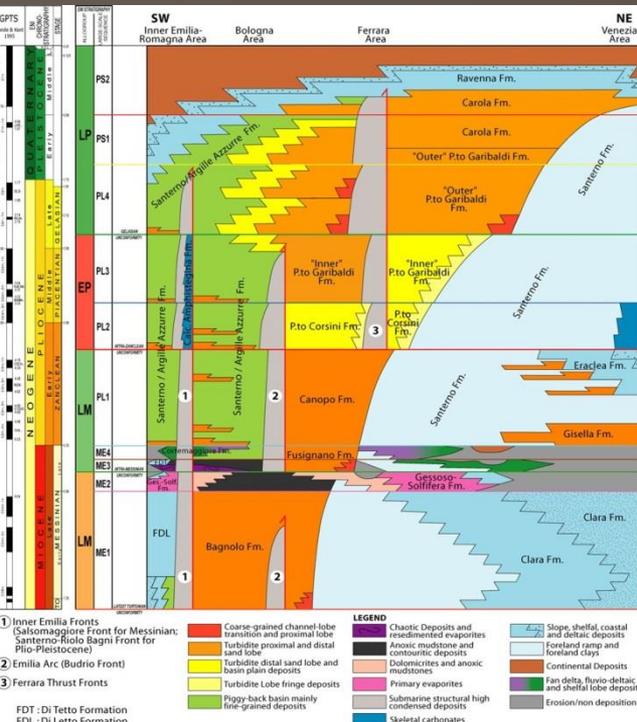
ARMONIZZAZIONE DEL DATO E DEGLI STUDI A CARATTERE REGIONALE

L'armonizzare le conoscenze di stratigrafia fisica e sequenziale alla scala di bacino è la condizione di partenza per l'interpretazione e classificazione delle principali sequenze deposizionali post Miocene superiore (Ciclo post-evaporitico). Per questo scopo sono stati tenuti in considerazione diversi studi alla scala regionale. In particolare per quanto riguarda le sequenze pleistoceniche il lavoro (**Riserve Idriche Sotterranee- RIS, 1998 (RER-ENI)** e successivi aggiornamenti relativi al **progetto CARG**).



Publicazioni scientifiche di cui in particolare i lavori di **Ghielmi et al., 2010-2013; Rossi et al., 2015**) che contengono studi alla scala regionale e di bacino riguardanti le principali sequenze dal Miocene Sup. fino all'attuale.

Esempio di profilo sismico a riflessione interpretato (line drawing).



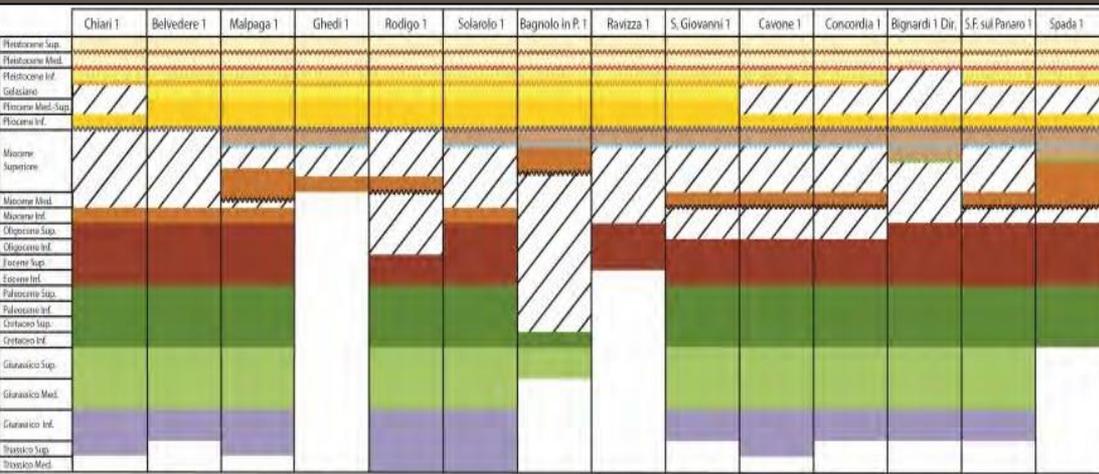
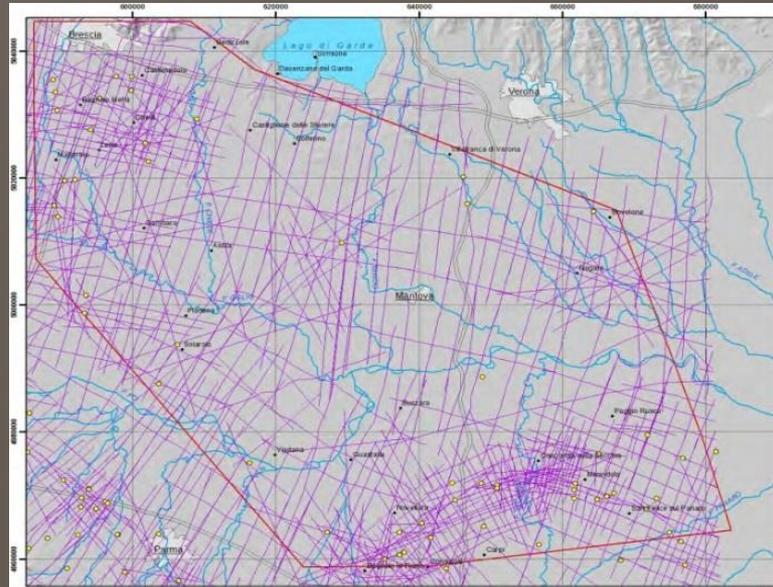
ARMONIZZAZIONE DEL DATO E DEGLI STUDI A CARATTERE REGIONALE

Progetto GeoMol (2012-2015): “Modello geologico 3D e geopotenziali della Pianura



La partecipazione del **SGSS** al progetto europeo **GeoMol** ha consentito di implementare notevolmente le conoscenze del sottosuolo all'interno dell'area pilota (Brescia, Mantova, Cremona, Reggio Emilia, Modena) attraverso un lavoro di armonizzazione, analisi e correlazione alla scala regionale delle principali superfici stratigrafiche e lineamenti strutturali elaborando un primo modello geologico 3D.

Per l'area pilota sono state messe a disposizione per la consultazione e interpretazione del dato: **807 linee sismiche 2D** disponibili per complessivi **12.200 Km** di linee circa a cui si aggiungono i profili (masterlog) dei **126 principali pozzi esplorativi** realizzati, sempre da **ENI**.



Esempio di transetto alla scala regionale, con andamento nord-sud, che tiene conto delle principali informazioni **cronostratigrafiche** e **formazionali** derivanti dai **profili di pozzo per l'esplorazione degli idrocarburi**; attraverso la consultazione, l'interpretazione e correlazione di questi dati è stato possibile riconoscere le superfici fisiche che delimitano le principali sequenze deposizionali presenti nel bacino padano.

I **limiti di sequenza** rappresentano superfici erosive e/o non deposizionali nei settori di alto strutturale sepolto, passanti a superfici deposizionali verso i settori depocentrali del bacino; all'interno dei transetti sono quindi evidenziate anche le principali lacune stratigrafiche e/o hiatus deposizionali.

Schema di Sintesi tra le Unità distinte nel Progetto "GeoMol" e le Unità stratigrafiche e formazionali riportate nella Legenda delle Sezioni Geologiche.

Vista la scala di studio e correlazione delle sezioni geologiche profonde non è stato possibile, soprattutto per motivi di tempo, mantenere un livello di risoluzione tale da correlare e distinguere tutte le principali sequenze stratigrafiche distinte in **GeoMol** e nel **RIS**.

Schema stratigrafico di sintesi Progetto GeoMol

	UNITA'	FORMAZIONI	ORIZZONTE
Pleistocene	PLCc		QC3
	PLCb		QC2
	PLCa		QC1
	PLMd		QM3
	PLMc		QM2
	PLMb		QM1
	PLMa		GEL
	Pliocene	PL	Porto Corsini Porto Garibaldi Argille Santemo
MESb		Sergnano Fusignano	ME3
Miocene sup.	MESa	Gessoso-solfifera Marme di Gallare	ME1
	MIO	Marme di Gallare	MLW
Eocene	ED-OL	Alone di Gallare Staglia cianosa	SCA
	K-PAL	Scaglia marme del Cerro brecce di Civone Marme a fucoidi	MAI
Giurassico med.	J-K	Maiolica Calcarei aptici Rosso ammonitico Calcarei posidonia Oolite S. Vigilio	NOR
	TR-J	Medolo Coma Calcarei grigi Dolomia Principale	TE
Parmian Carnico	P-TR		

Pleistocene Cont.

Pleistocene Mar..

*Pliocene Medio-Sup.-
Pleistocene inf.*

Pliocene inferiore

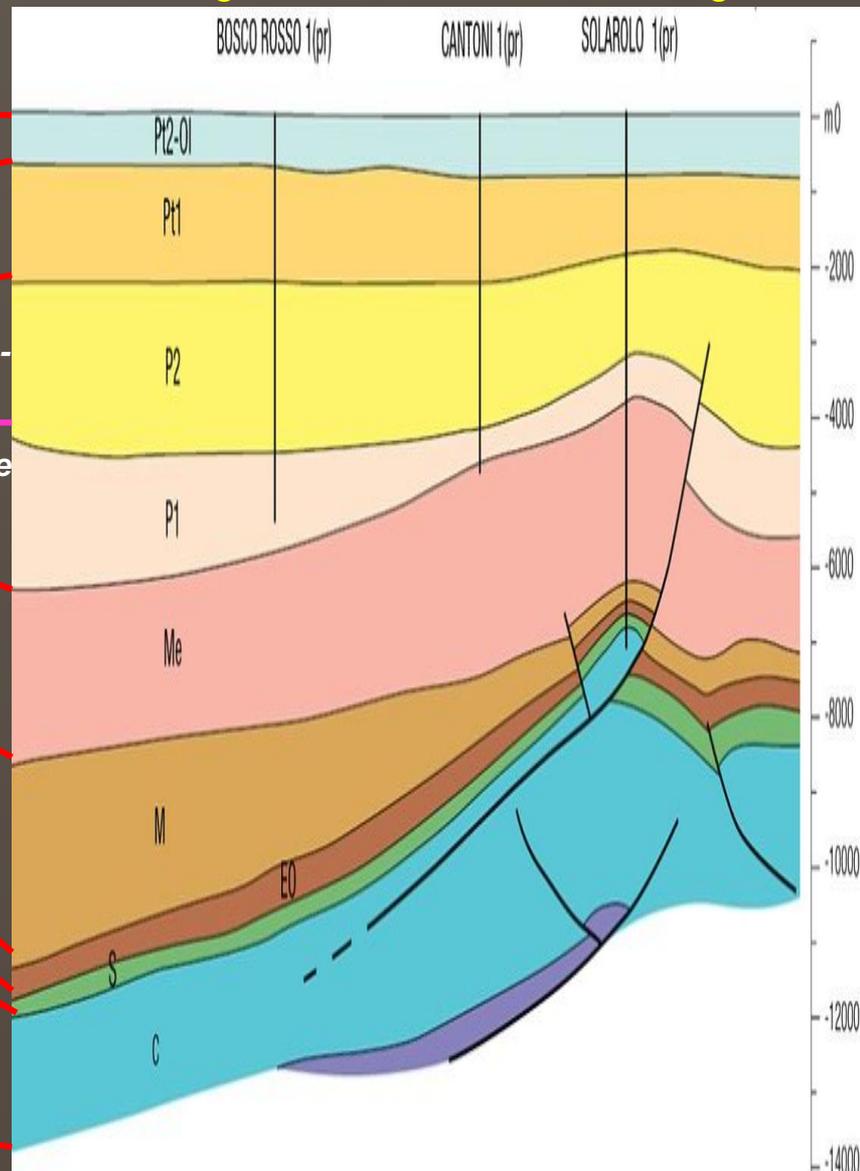
Messiniano

*Tardo Oligocene-
Miocene*

*Eocene Sup-Oligocene
Cretaceo Sup.- Eocene Med*

*Triassico Sup.
Cretaceo*

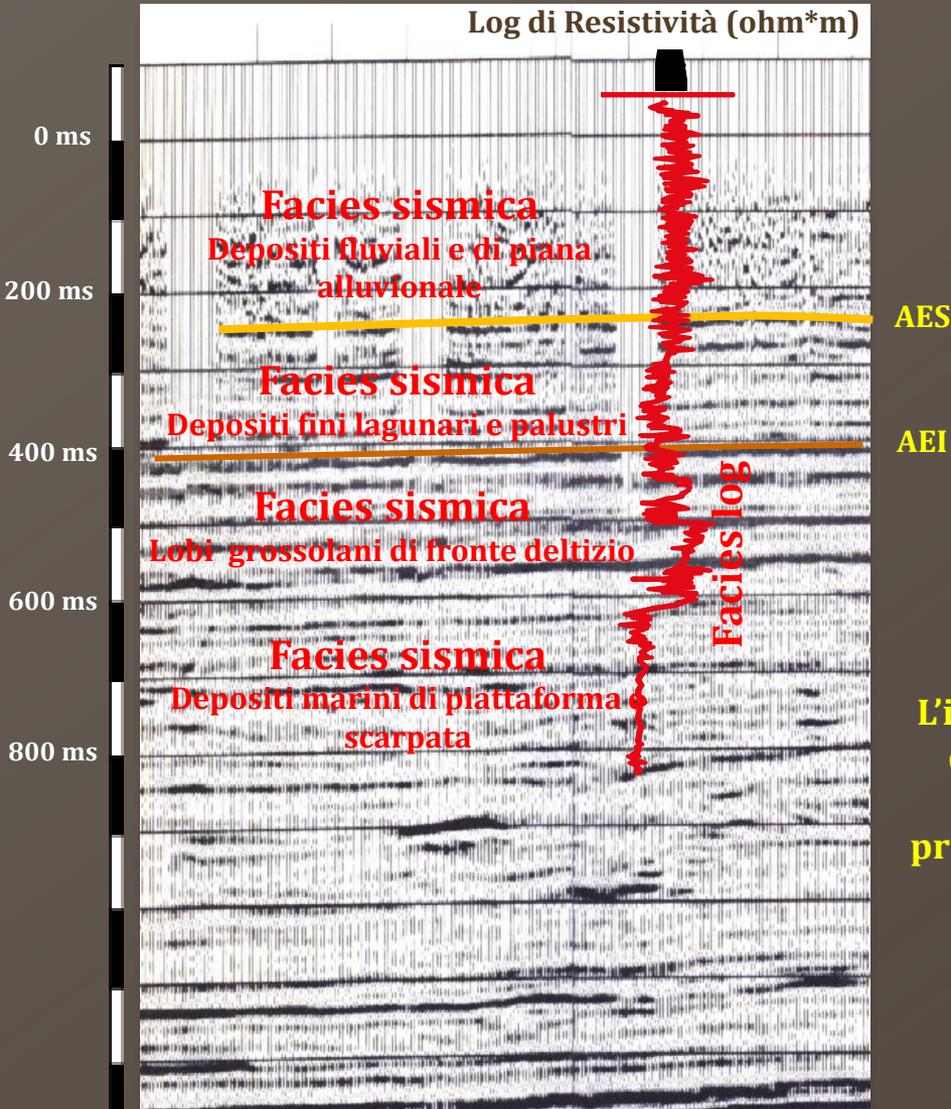
Schema Stratigrafico - Stralcio Sezione Geologica B-B'



CORRELAZIONE DATI DI POZZO E PROFILI SISMICI

Esempio di «check» tra dati di pozzo e sismica.

«Facies Log Elettrici» e «Sismofacies»



Un primo *step* nell'interpretazione è quello di correlare, ove possibile, e quindi anche in base alla qualità del profilo sismico e dei profili di pozzo, le «facies» log dei pozzi con le «facies» sismiche. Ad esempio in questo modo è possibile individuare e correlare nel sottosuolo corpi/depositi grossolani (ghiaie, sabbie, arenarie) e corpi/depositi fini (argille, limi e marne). E' altresì possibile in base ai dati di pozzo caratterizzare anche gli ambienti deposizionali e quindi distinguere da depositi marini o continentali, di mare basso e profondo ecc....

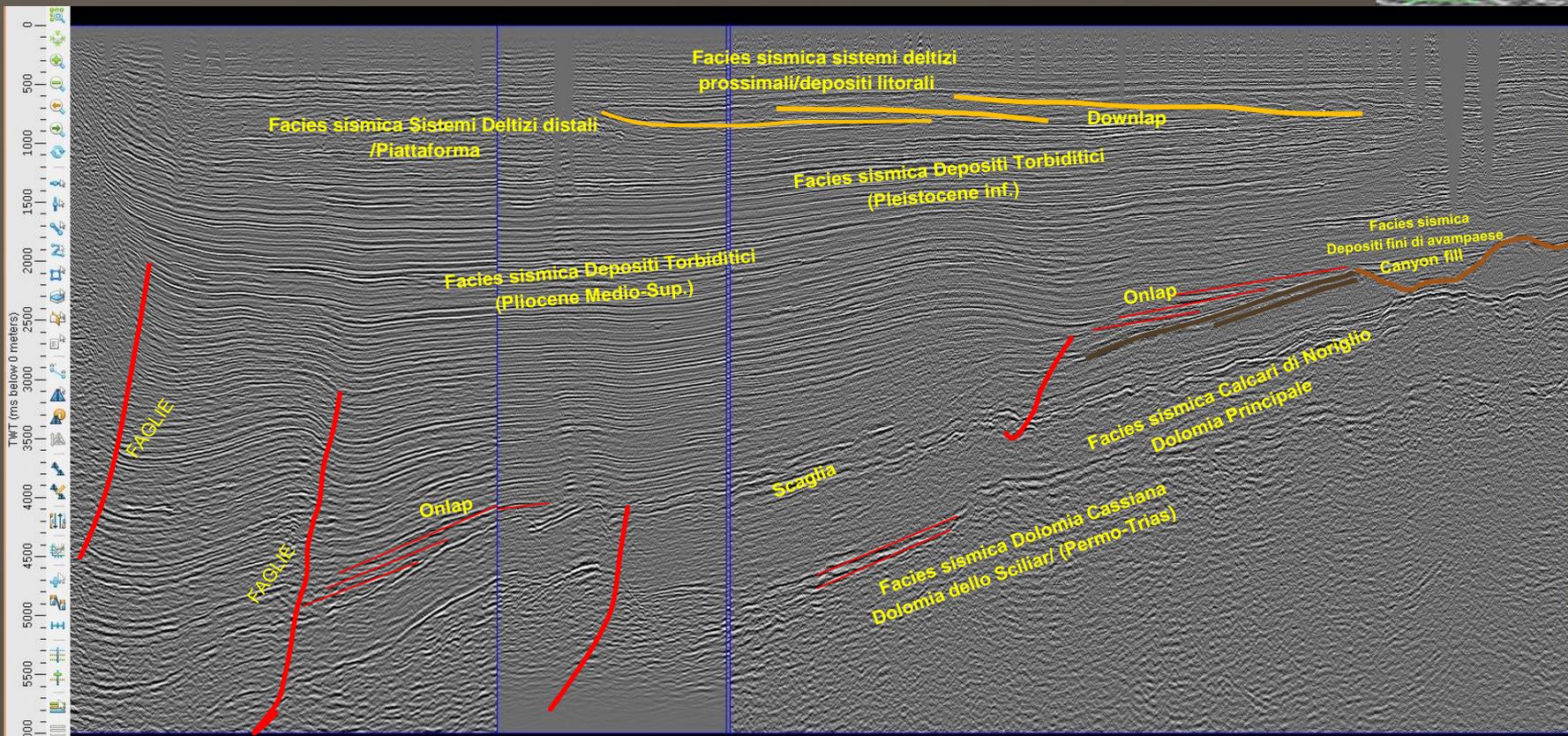
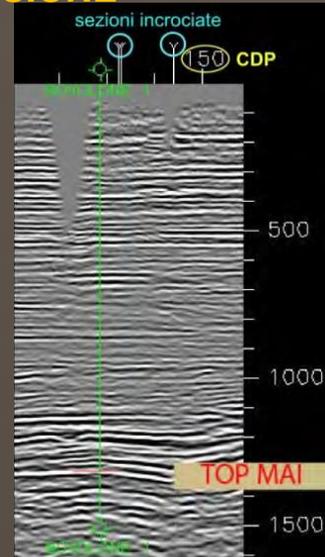
L'interpretazione di cui sopra associata alla conoscenza delle velocità intervallari (V_{int}) consente una prima individuazione, come nella figura di esempio, delle principali superfici stratigrafiche e/o limiti di sequenza. Queste superfici successivamente possono essere correlata alla scala di bacino con l'utilizzo e interpretazione dei profili sismici a riflessione.

LA CONSULTAZIONE E INTERPRETAZIONE DEI PROFILI SISMICI A RIFLESSIONE

Line drawing

I principali riflettori sismici e le superfici stratigrafiche di discontinuità (*unconformity*), corrispondenti a orizzonti di significato regionale, sono stati interpretati in tutte le linee sismiche in cui è stato possibile riconoscerli.

Durante questa fase, ove possibile, è stata effettuata una verifica di congruenza dell'interpretazione adottata basandosi sui punti di controllo offerti dai **marker nei log di pozzo**, attraverso una conversione speditiva profondità-tempi. Attraverso il line drawing sono state mappate anche le principali faglie.

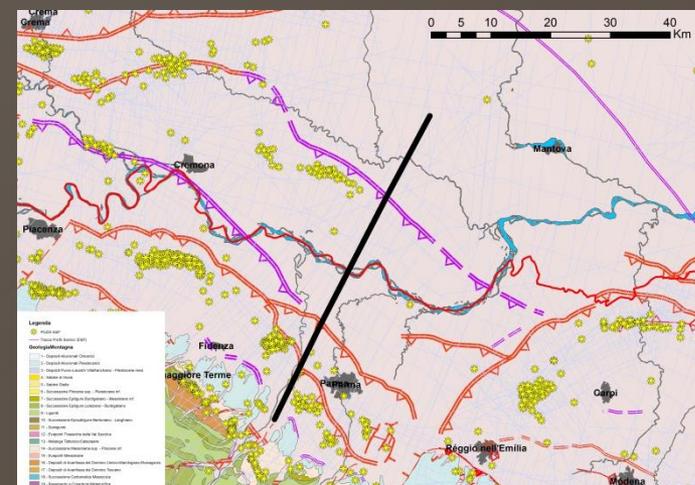
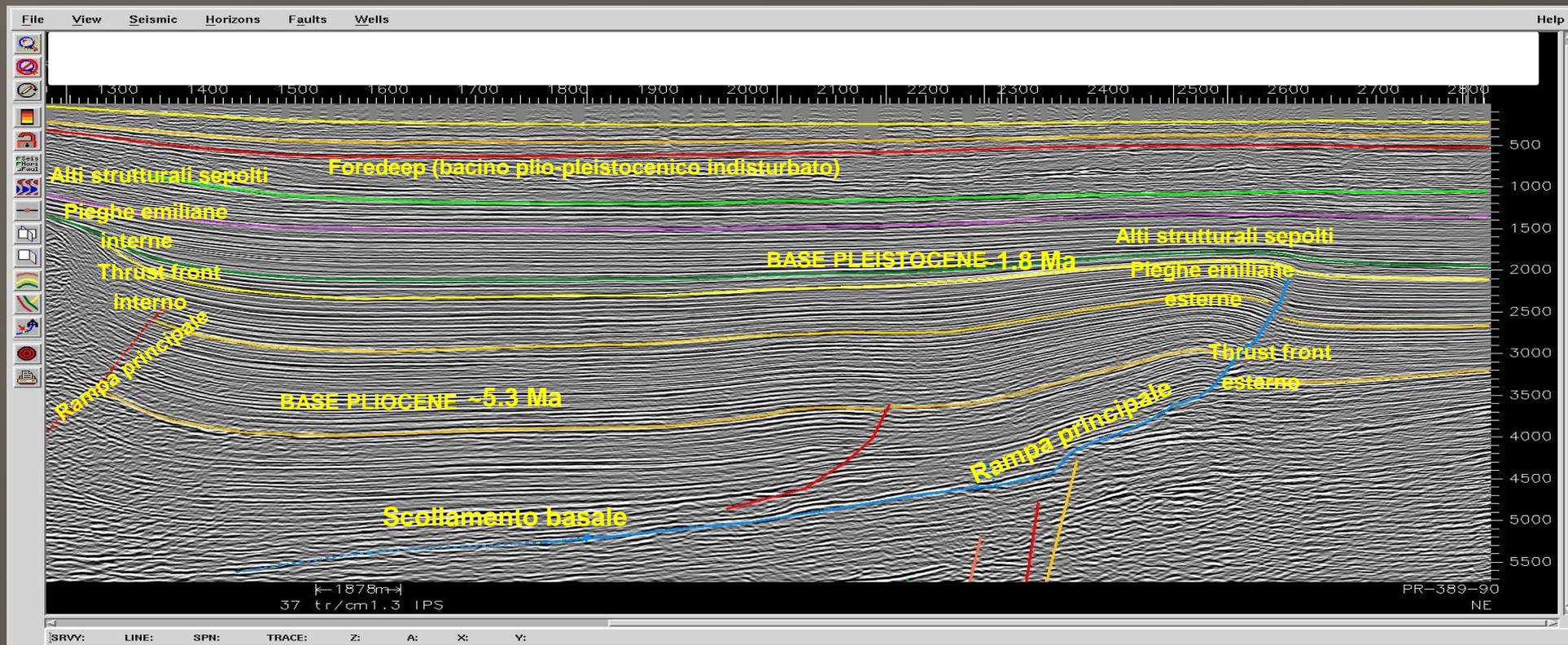


ANALISI E INTERPRETAZIONE PROFILI SISMICI SCALA REGIONALE

Sud

Profilo "Dip"

Nord



Il Foredeep appenninico rappresenta il settore di bacino profondo che si è formato soprattutto nel miocene superiore per l'attivazione dell'orogene appenninico sepolto (Pieghe Emiliane). In questo settore di bacino viene preservata in continuità di sedimentazione tutta la successione plio-pleistocenica indisturbata. La base del Pliocene raggiunge i 7-8 Km di profondità.

Strutture Appenniniche sepolte – Pieghe Ferraresi

L'alta densità del network di linee sismiche interpretate ha permesso una fitta rete di incroci e quindi una ricostruzione geologica di dettaglio sia in **dip** che in **strike** rispetto ai principali assi strutturali sepolti.

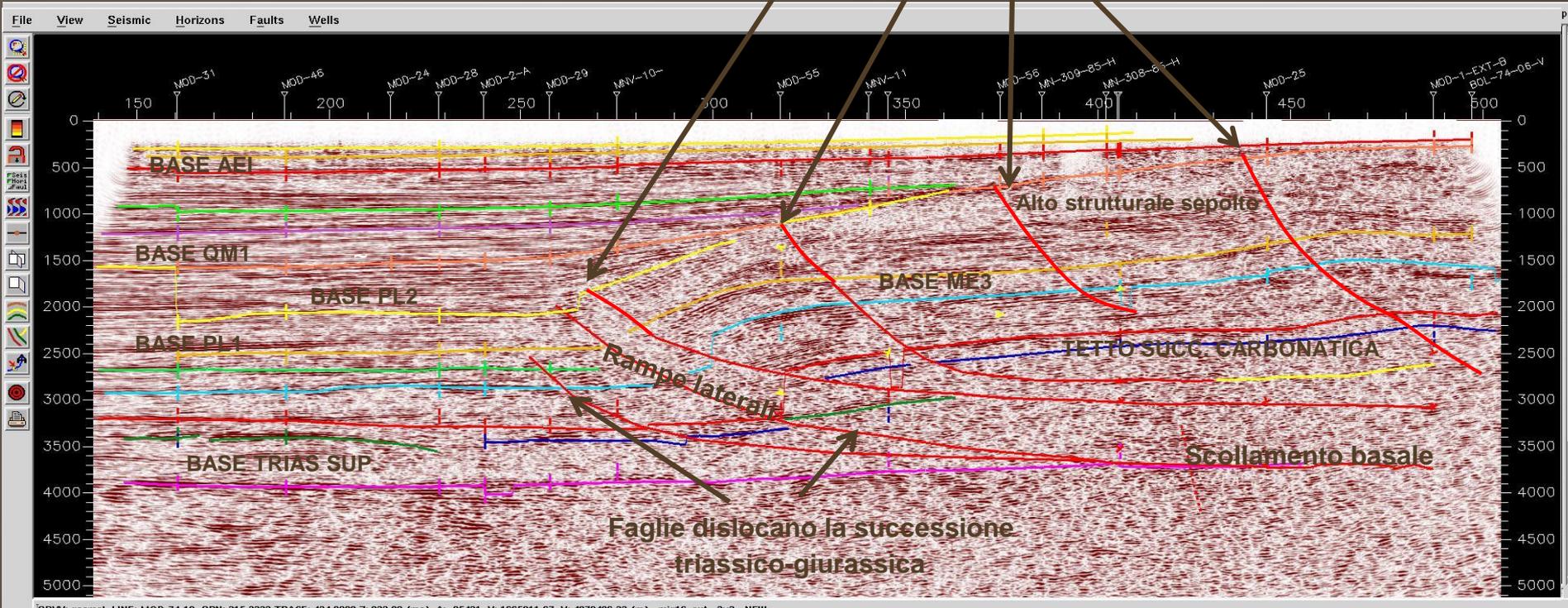
Nell'elaborazione finale delle sezioni geologiche, di tutte le faglie e gli elementi tettonici interpretati, sono stati elaborati e introdotti solo gli elementi tettonici principali. **Le sezioni elaborate in carta hanno un andamento in "dip" rispetto alle principali strutture tettoniche sepolte.**

Profilo "Strike"

Est

Faglie dislocanti la successione triassico-giurassica fino alla successione Pliocene sup-Pleist. inf

Ovest



CONVERSIONE TEMPI/PROFONDITA'

La strategia utilizzata per la conversione tempi/profondità è stata la seguente:

In base ai diversi dati di velocità intervallari nei pozzi è stato utilizzato, per ognuno dei principali intervalli di riferimento in cui è stato suddiviso il sottosuolo (**4 macro-intervalli**), un singolo valore di velocità intervallare media (**V.int media**).

Per fare questo è stato fondamentale riferirsi al database del progetto **GeoMol** che nell'area piota include il log di velocità di **36 pozzi**; di questi 6 hanno il fondo pozzo all'interno della successione silicoclastica plio-pleistocenica, 19 la attraversano e si fermano all'interno dei livelli oligo-miocenici mentre i restanti 11 hanno il fondo pozzo posto all'interno della successione carbonatica mesozoica.

$s = V_{int} * t$ diventa $s = V_{int} * t_{wt} / 2$.

t_{wt} (tempo di percorrenza doppio delle onde sismiche, in millisecondi).

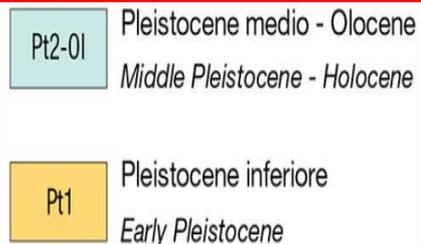
V_{int} (velocità intervallare in m/s)

S (profondità inferiore dell'intervallo di misura, corrispondente al t_{wt} , in metri)

Una volta fatta la conversione dei singoli intervalli, partendo dal più recente fino al più antico, è stato fatto un controllo e una correzione, ove necessario, soprattutto in prossimità degli alti strutturali avvalendosi dei dati di pozzo.

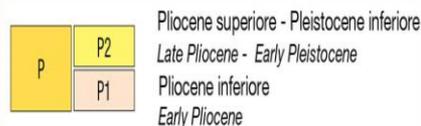
Successione Pleistocenica

STRATO 1 (Base PT1): Vint1



Successione Miocene Sup./Pliocene

STRATO 2 (Base Messiniano): Vint2



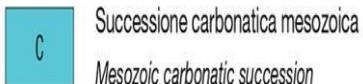
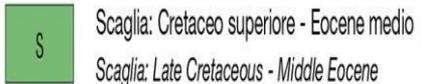
Successione silicoclastica Eocene Sup-Miocene

STRATO 3 (Base Eocene Sup.) Vint3



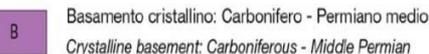
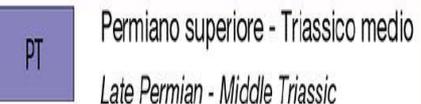
Successione prevalentemente carbonatica (Trias Sup./Giura-Cretacico)

STRATO 4 (Base Triassico Sup.): Vint4



Successione Permo-Trias)

STRATO 5 : Non avendo dati di velocità sufficienti è stato utilizzata la Vint4



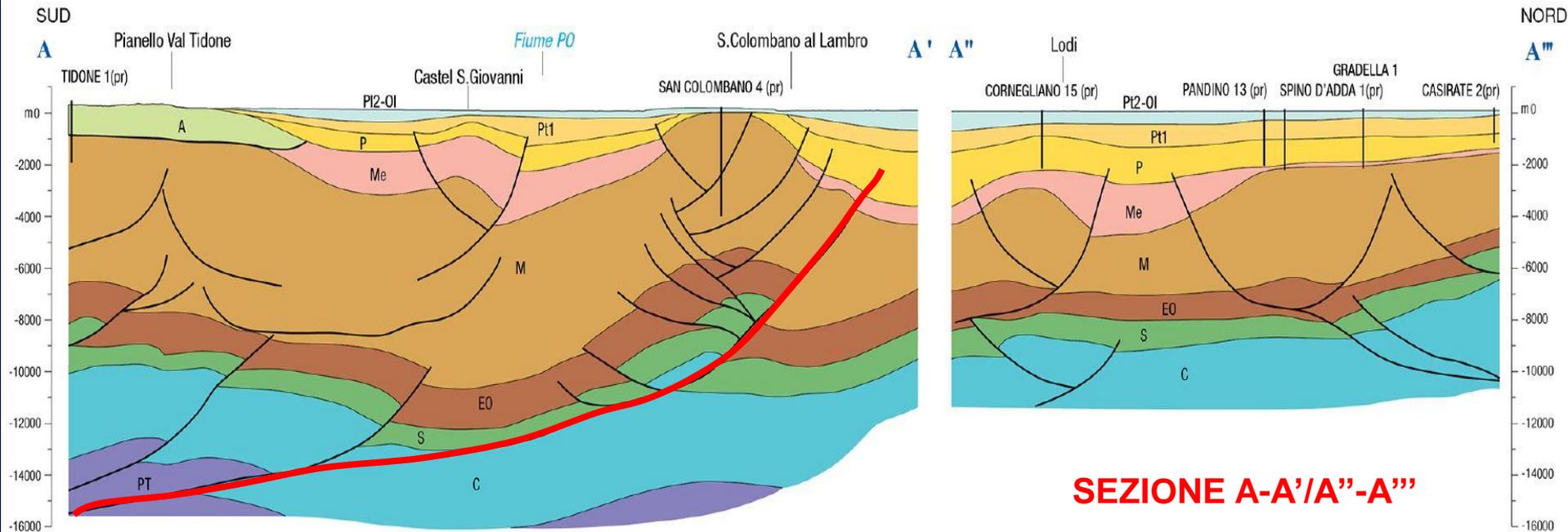
COMMENTO ALLE SEZIONI

Per quanto riguarda il **settore appenninico** si nota come, lungo la traccia della sezione A-A', al di sotto della coltre alloctona delle liguridi, siano presenti dei sistemi di thrust le cui superfici di scollamento sono localizzate nella Formazione della Scaglia o all'interno della successione miocenica, a profondità variabili dai 4÷5 km fino agli 8÷9 km; questo tipo di strutture denotano una tettonica di tipo **"thin skinned"**.

A maggiori profondità, dai 9÷10 km fino ai 14÷16 km, sono presenti alti strutturali costituiti con un parziale raddoppio sia della **successione carbonatica (Triassico superiore-Giurassico)** che di quella del **Permo-Trias**; questo tipo di strutturazione denota una tettonica di tipo **"thick skinned"**.

Per quanto riguarda il **settore di pianura**, la sezione A-A' attraversa l'importante alto strutturale di San Colombano che evidenzia, nel settore più superficiale (6÷7 km), sistemi di thrust che interessano la successione terrigena oligo-miocenica, mentre a profondità maggiori, fino a circa 11÷13 km, sembra essere presente un importante sistema di thrust e back-thrust che interessa e disloca sia la **successione terrigena** sia **quella carbonatica** portando anche al raddoppio di quest'ultima.

Nel settore dell'alto di S. Colombano è evidente anche la deformazione dei depositi alluvionali appartenenti ai Sistemi Emiliano-Romagnoli AEI e AES.



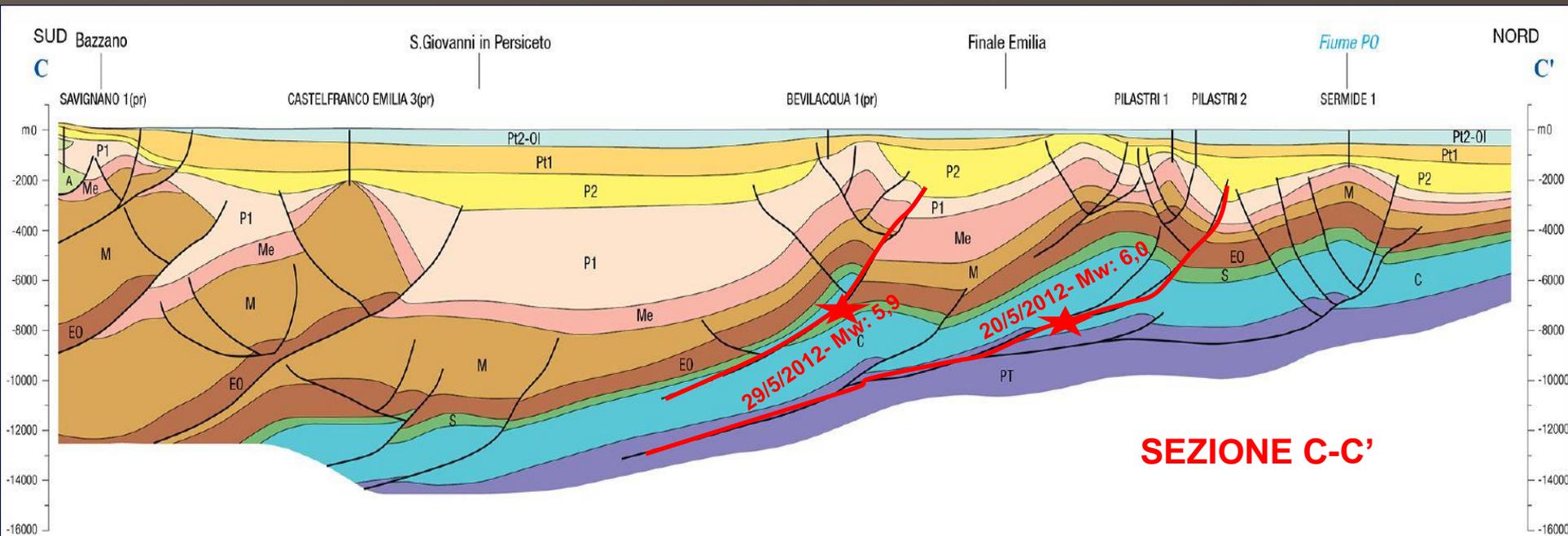
COMMENTO ALLE SEZIONI

Per quanto riguarda il **settore pedeappenninico e di alta pianura** si nota come siano presenti una serie di alti strutturali sepolti che interessano e dislocano tutta la successione terrigena fino all'Eocene superiore. I sistemi di thrust principali provocano il raddoppio della successione terrigena creando un impilamento di falde tettoniche fino a circa 12 km di profondità.

La **successione carbonatica** (Triassico superiore-Giurassico) e quella del **Permo-Trias** vengono invece coinvolte da **sistemi di thrust a basso angolo**, evidenziando una tettonica profonda almeno fino circa 14 km.

Per quanto riguarda il **settore di media e bassa pianura**, la sezione **C-C'**, dopo aver attraversato un vasto bacino sinforme di riempimento neogenico (Crevalcore, BO), interessa tutto il settore delle **Pieghe Ferraresi** centro-occidentali, sia gli alti strutturali di **S.Felice sul Panaro** (MO) e di **Poggio Rusco/Pilastri** (MN), sede della sequenza sismica emiliana 2012, fino a quello di **Sermide**.

Questa porzione delle **Pieghe Ferraresi** è interessata da una forte deformazione tettonica con i sistemi principali di thrust che coinvolgono la **successione carbonatica**, fino ad interessare, talora, la successione del **Permo-Trias**; si notano anche, soprattutto in prossimità dell'alto strutturale di **S. Felice sul Panaro**, raddoppi della successione carbonatica giurassica a profondità variabili dai 4÷5 km fino ai 6÷7 km; a maggiori profondità (11÷13 km) i sistemi di thrust sembrano portare al raddoppio anche una parte della successione del **Permo-Trias**.



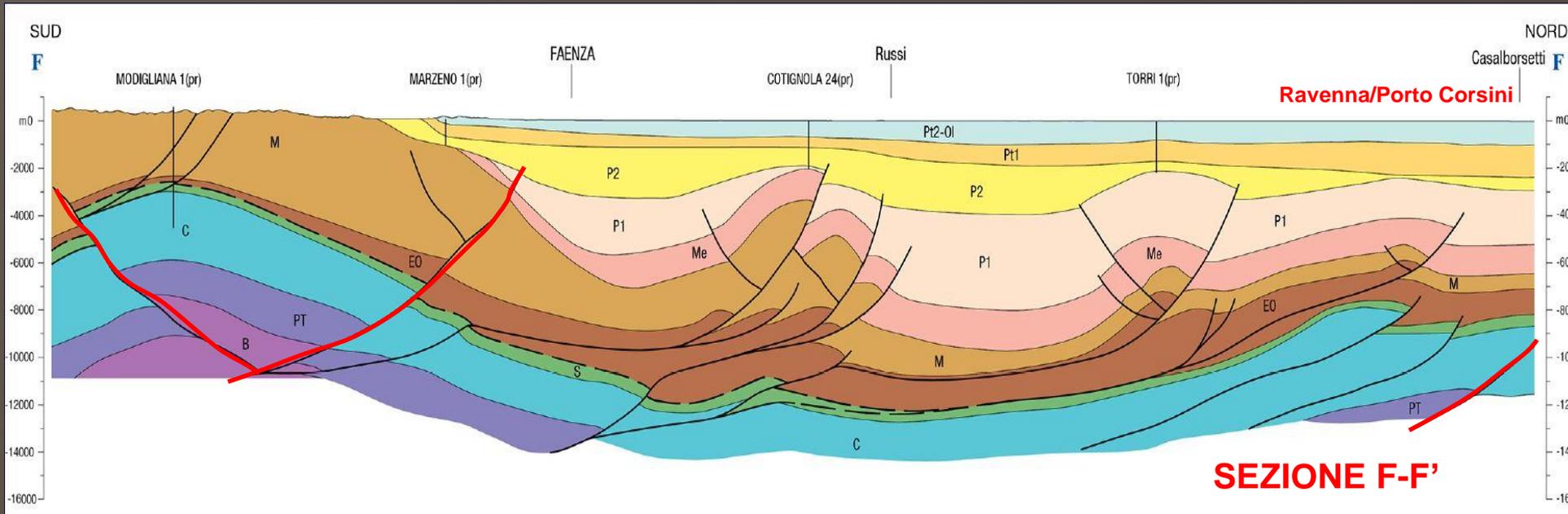
COMMENTO ALLE SEZIONI

La sezione F-F' ha un andamento SW-NE e si estende dal medio Appennino romagnolo, tra le valli del Lamone e del Tramazzo, fino alla costa adriatica in prossimità della foce del fiume Reno, interessando i **fronti pedeappenninici**, le **Pieghe Romagnole** e la terminazione orientale della **Pieghe Ferraresi**. I dati di sottosuolo disponibili hanno consentito un'interpretazione dei principali andamenti strutturali e delle principali "facies sismiche" fino a profondità di circa 14 km.

Per quanto riguarda il **settore appenninico** si nota la presenza di una **vasta antiformenta** riconosciuta anche in superficie (**Simoni et al., 2003**) che sembra interessare tutta la successione profonda fino al basamento metamorfico; questa antiformenta è dovuta all'attività di thrust profondi che evidenziano una tettonica di tipo "**thick-skinned**". Si noti anche come questa struttura evidenzia un sistema di **back-thrust** a sud del pozzo **Modigliana 1** che, sempre coinvolgendo la successione carbonatica ed il basamento, si va a raccordare in profondità con il principale sistema frontale di thrust.

I dati sismologici strumentali evidenziano (vedi fig. 4.1 e 4.2 Note Illustrative) una forte congruenza con la geometria di questo sistema frontale di thrust.

Per quanto riguarda il **settore di pianura** in prossimità dell'alto strutturale sepolto di **Ravenna-Porto Corsini**, più prossima all'avampaese, si nota come sia presente un sistema di thrust che coinvolge la successione del Permo-Trias a profondità di circa 13÷14 km. Al di sopra di quest'ultima struttura, poco più a sud, è presente un'altra struttura sepolta che sembra coinvolgere solo la successione eocenica e oligocenica con sistemi di thrust frontali che vanno a scollarsi al tetto della formazione della Scaglia con tettonica di tipo **thin-skinned**.



CONSIDERAZIONI GENERALI

Dal punto di vista geometrico e strutturale, le strutture compressive presenti nelle sezioni geologiche presentano alcune macro-differenze:

1) vi sono strutture che coinvolgono l'intera **successione carbonatica** fino a dislocare il top della **successione permo-carnica**, mostrando geometrie riferibili ad una tettonica **thick-skinned** con andamenti prevalenti a basso angolo.

2) vi sono strutture caratterizzate dalla presenza di livelli di scollamento più superficiali a partire dal top della "Scaglia" che mostrano geometrie riferibili ad una tettonica **thin-skinned** con andamenti prevalenti ad alto angolo.

3) Il dominio delle Pieghe Emiliane mostra una tettonica prevalente di tipo "**thin-skinned**"; questa considerazione è anche legata al fatto che gli elevati spessori della successione silicoclastica Miocenica non permettono, se non in rari casi, di poter interpretare con il dovuto dettaglio e quindi di riconoscere le strutture ed i lineamenti a profondità maggiori di 14-16 Km.

4) Nelle **Pieghe Ferraresi** più settentrionali e nelle **Pieghe Romagnole** è meglio evidenziata una tettonica, sempre alla scala di risoluzione dei profili sismici, di tipo "**thick-skinned**" dovuta sia alla maggiore vicinanza rispetto all'avampaese che a minori spessori della successione **silicoclastica Miocenica**.

NEOTETTONICA

Vista la morfologia in gran parte pianeggiante e la presenza di spessi depositi alluvionali del Pleistocene superiore e dell'Olocene, le strutture tettoniche risultano generalmente sepolte e, salvo rare eccezioni (rilievi collinari di S.Colombano), non presentano evidenze in superficie.

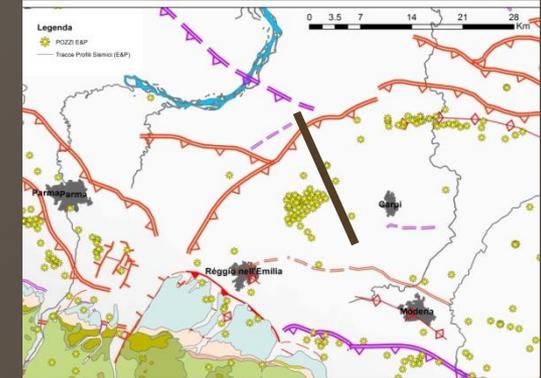
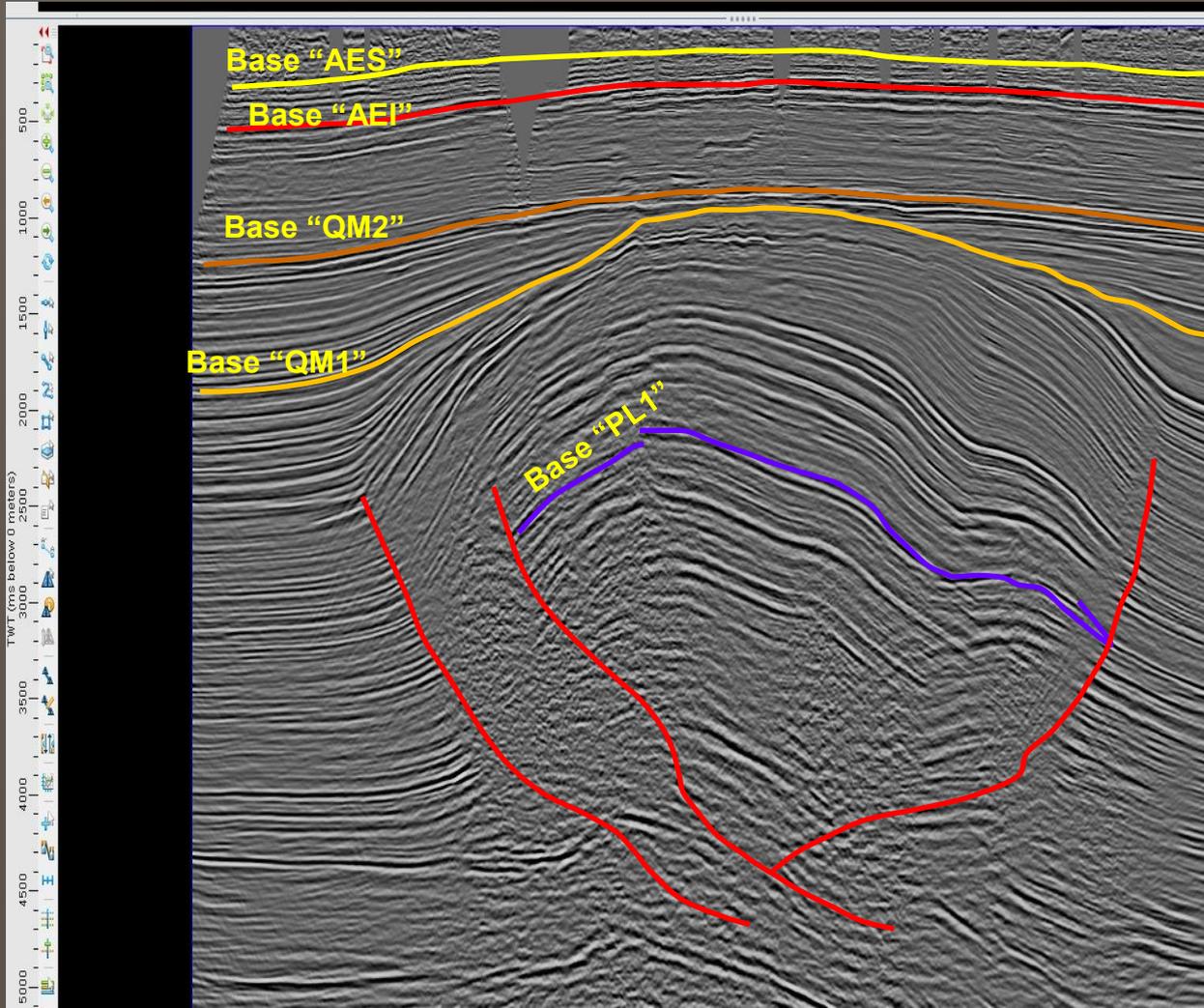
L'assenza di evidenze di superficie per molti degli elementi strutturali riconosciuti nelle sezioni geologiche non è direttamente collegata al loro stato di attività, come dimostra la sismicità presente nell'area.

Lo studio sui profili sismici della geometria dei riflettori più superficiali delle strutture tettoniche e la loro caratterizzazione può fornire dei dati di input per un'analisi preliminare in relazione alla loro attività

ANALISI E INTERPRETAZIONE PROFILI SISMICI (SCALA LOCALE E ORIZZONTI PLEISTOCENICI)

L'evoluzione di questa **piega** e quindi del **thrust** che la controlla, mostra una graduale diminuzione dell'attività della struttura durante il Pleistocene e dei tassi di sollevamento associati. In base alla geometria dei riflettori più superficiali, pur se al limite della risoluzione del profilo sismico, si può ipotizzare un'attività tettonica durante il Pleistocene medio e superiore (orizzonti **AEI** e **AES**).

ALTO DI CORREGGIO

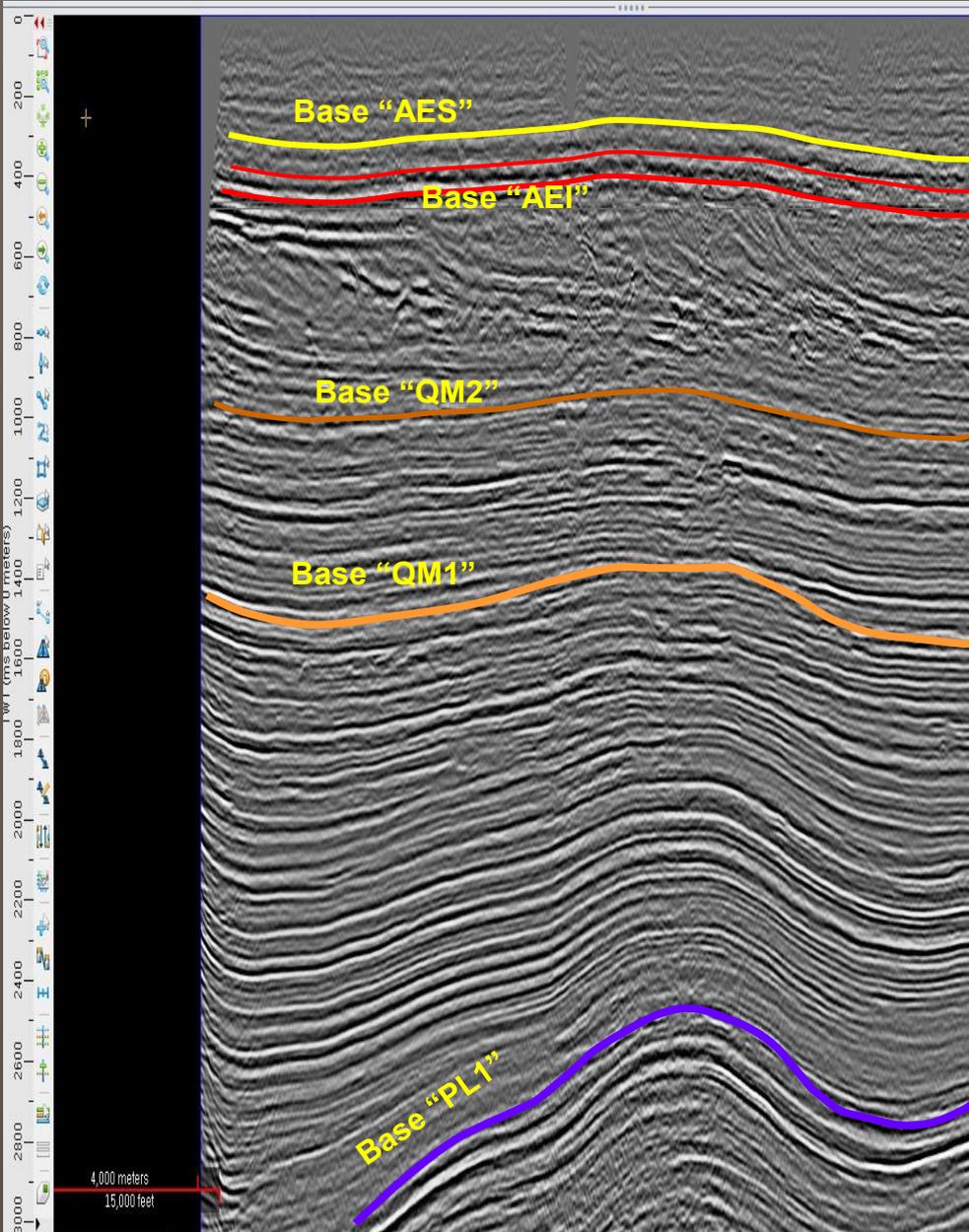
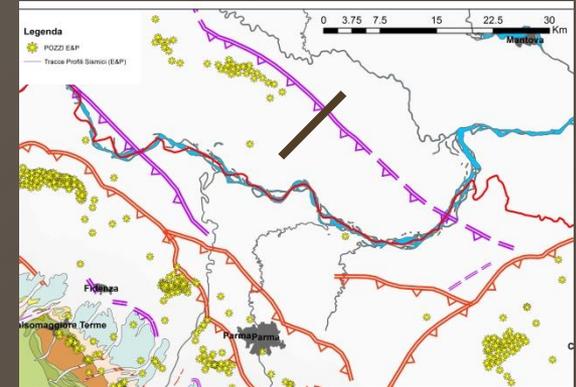


L'elevata risoluzione di molti profili sismici ha permesso di distinguere in prossimità degli alti strutturali sepolti i seguenti aspetti:

- andamento dell'orizzonte fagliato più giovane (per le faglie) e relativa età;
- andamento dell'orizzonte deformato più giovane (per le anticlinali) e relativa età.

Questi aspetti mettono in evidenza come in diversi alti strutturali l'attività tettonica abbia influenzato gli orizzonti più superficiali appartenenti al **Sintema AEI** (0,4-0,6 Ma) ed anche al **Sintema AES** (attuale-0,4 Ma).

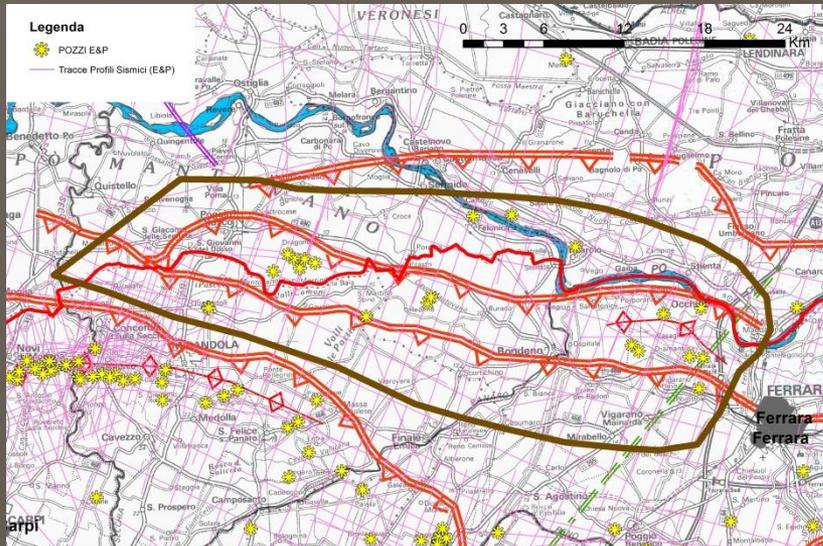
ALTO DI PIADENA



Le pieghe più superficiali, come nel caso dell'alto di Piadena/Viadana, possono registrare le deformazioni connesse ai **thrust** a cui sono associate anche quando il tipo di tali strutture si colloca a profondità maggiori (**fault-propagation folds**).

L'orizzonte stratigrafico più recente in cui la geometria della piega è ancora riconoscibile può essere utilizzato come riferimento per la classificazione ai fini della valutazione dello stato di attività della piega stessa e del **thrust** ad essa associato.

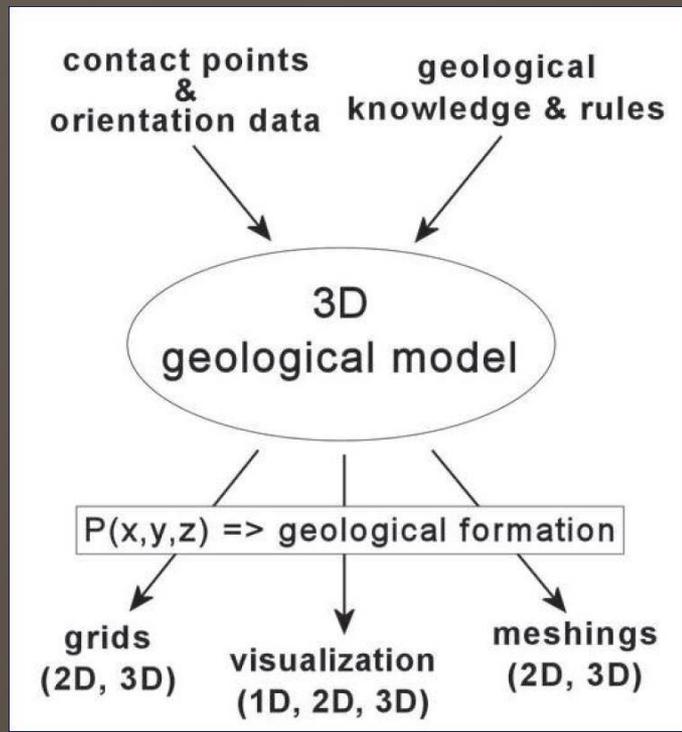
MODELLAZIONE GEOLOGICA 3D (work in progress....)



Recentemente è stata avviata dal **SGSS** una fase di studio relativa alla modellazione geologica 3D profonda.

Una prima elaborazione del modello 3D è stata fatta in un settore della pianura ad ovest di Ferrara partendo dai risultati ottenuti nel progetto europeo GeoMol.

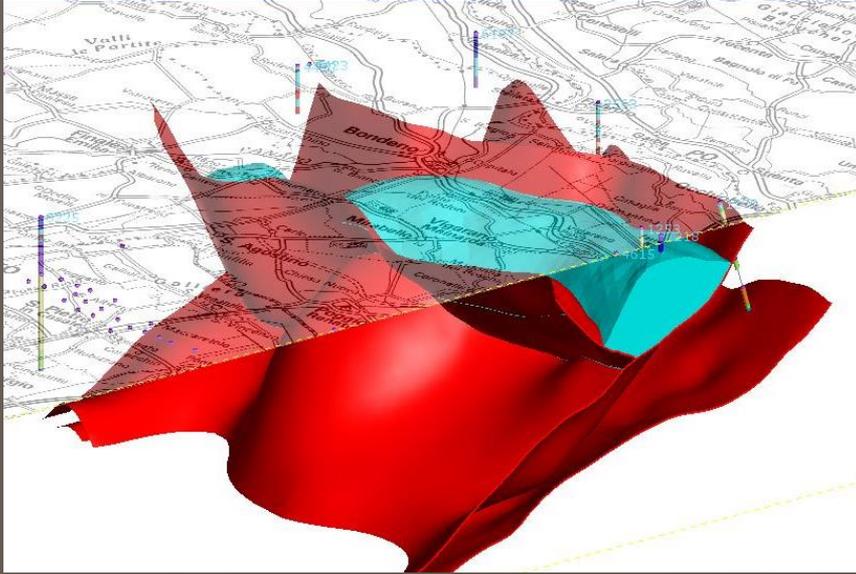
La banca dati utilizzata è quella illustrata in precedenza.



OBIETTIVI DEL LAVORO

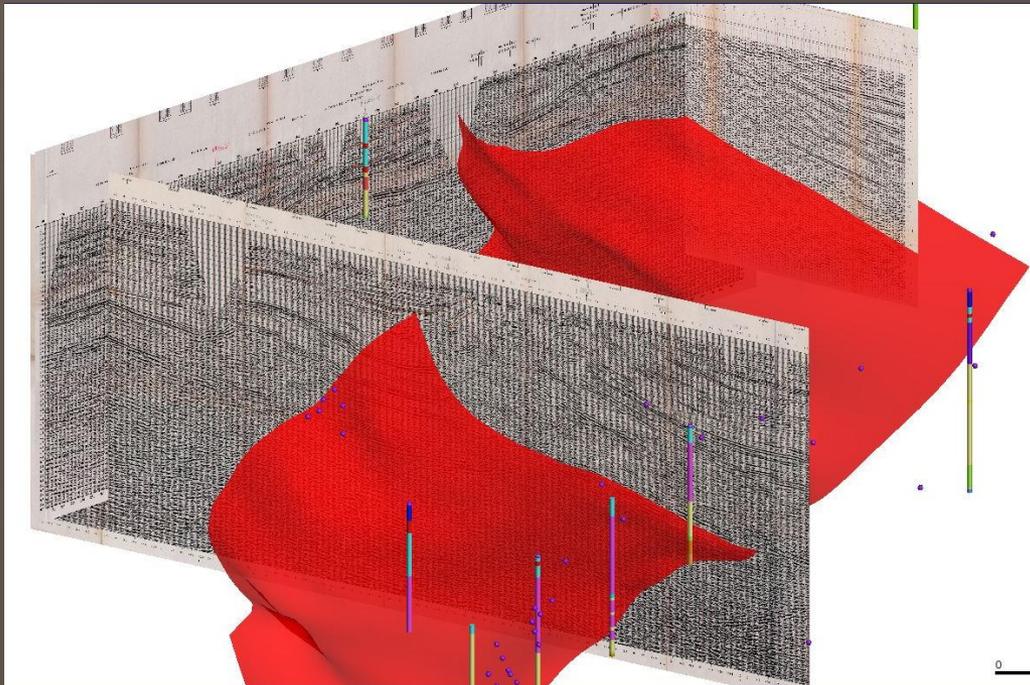
- Avere una coerente interpretazione geologica 3D del sottosuolo in grado di ricostruire le geometrie e i volumi dei principali corpi geologici sepolti e delle principali faglie.
- Armonizzare i dati 1D e 2D presenti nel settore di studio all'interno di un modello geologico 3D.
- Ottenere dal modello geologico 3D una serie di informazioni 1D, 2D e 3D coerenti e armonizzate tra loro.
- Consentire l'interscambio e l'interazione dei diversi dati e degli elaborati prodotti.

Modellazione di Superfici e Volumi

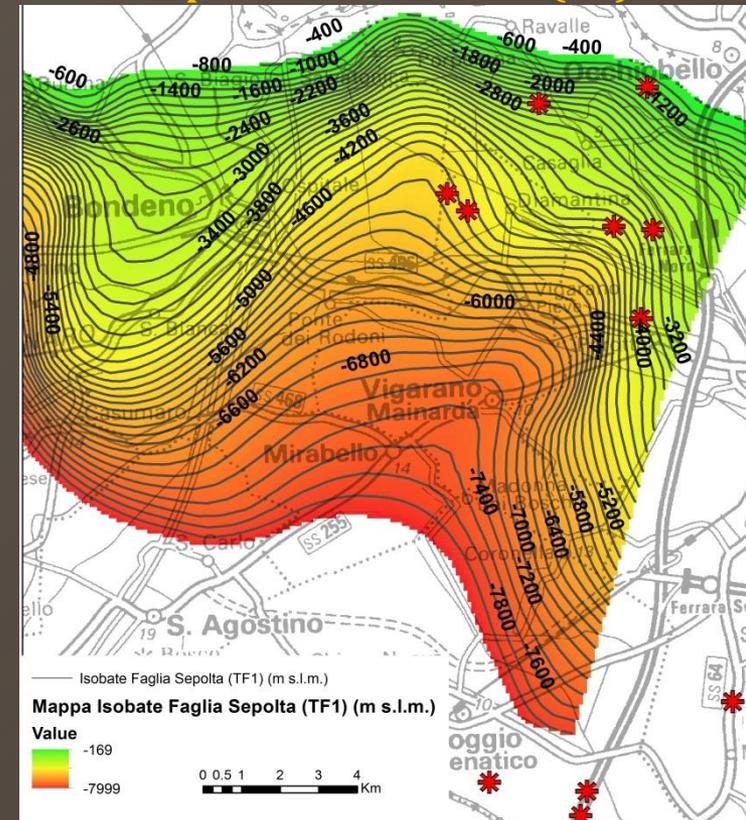


Un altro importante aspetto del modello geologico profondo è quello di individuare, viste le potenziali criticità sismiche, le principali faglie sepolte (**master fault**). Quindi e' stata prestata particolare attenzione alla correlazione e mappatura di queste fratture dato che parte del settore modellato ricade nell'area dell'evento sismico del **20 Maggio 2012**

Superficie Master Fault Faglia (3D)



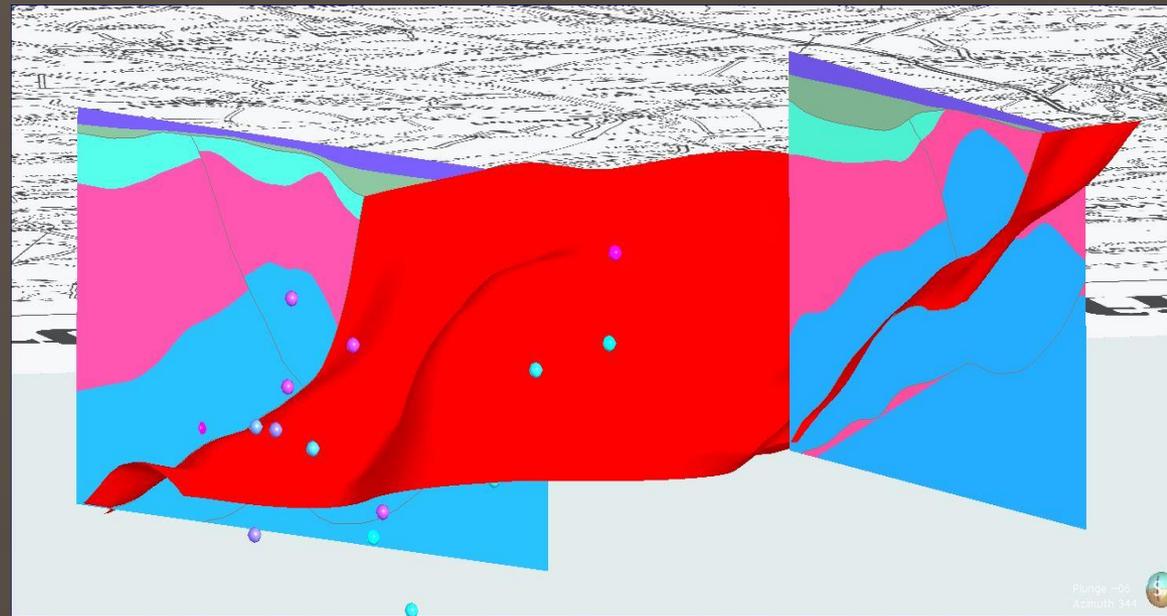
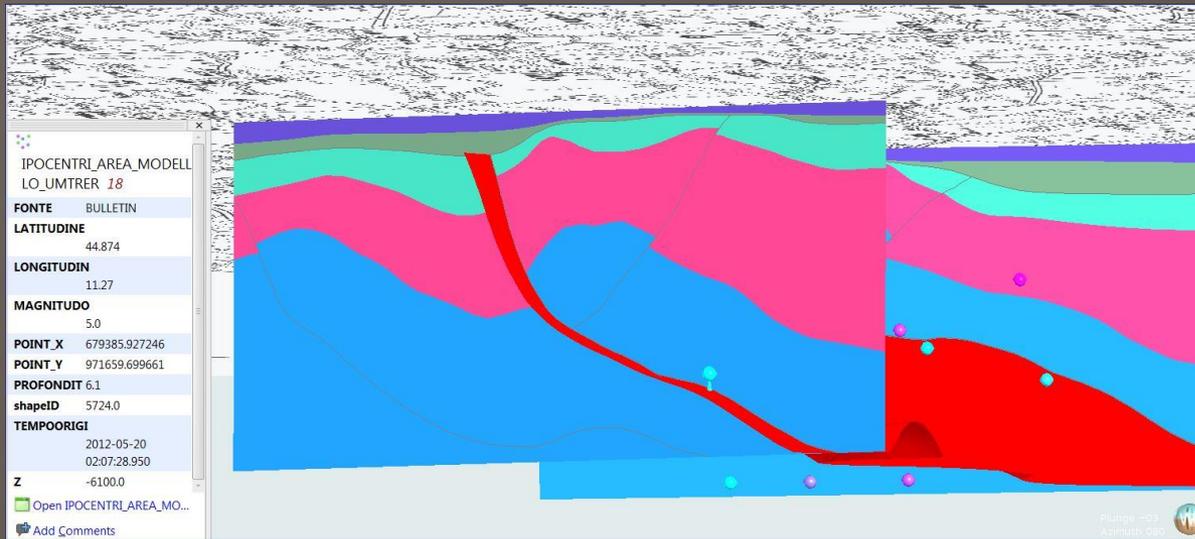
Superficie Master Fault (2D)



Modello Geologico 3D - Faglie Sismogenetiche

Sequenza Sismica 20 Maggio 2012

TEMPOORIGI	LATITUDINE	LONGITUDIN	PROFONDIT	MAGNITUDO
2012-05-20 02:07:28.950	44.874	11.27	6.1	5
2012-05-20 02:09:48.350	44.834	11.34	4.9	4.3
2012-05-20 02:11:45.550	44.86	11.341	10.9	4.3
2012-05-20 02:20:39.070	44.867	11.398	5	3.7
2012-05-20 02:25:01.930	44.851	11.306	6.4	3.9
2012-05-20 02:26:52.690	44.876	11.375	7.3	3.6
2012-05-20 02:29:54.190	44.836	11.431	5	3.5
2012-05-20 02:35:32.440	44.825	11.479	25.9	4
2012-05-20 02:40:58.140	44.834	11.361	10.3	3.6
2012-05-20 07:23:33.170	44.873	11.409	5	3.6
2012-05-20 10:59:17.570	44.875	11.332	8.4	3.5
2012-05-20 12:50:24.810	44.852	11.298	8.5	3.9
2012-05-20 13:18:01.770	44.814	11.441	3.4	4.9
2012-05-20 13:21:05.310	44.833	11.351	8.3	4.1
2012-05-20 14:51:28.870	44.864	11.294	6.2	3.8
2012-05-20 17:37:14.140	44.865	11.305	5.4	4.2
2012-05-20 22:22:44.980	44.805	11.416	5.8	3.6
2012-05-20 23:04:26.080	44.841	11.323	6.9	3.7
2012-05-21 16:37:31.360	44.866	11.306	3.6	4.1



In questo primo output del modello geologico 3D, che copre un settore di circa 760 Km², sono stati mappati i piani di faglia correlabili con lunghezza maggiore di 15-20 Km.

La geometria della master fault principale), che si estende da Mirandola/Concordia sulla Secchia fino a Ferrara per una lunghezza di almeno 40 Km, è stata confrontata con le profondità ipocentrali dei principali eventi sismici avvenuti nella sequenza del 20 Maggio 2012.

Attualmente si sta cercando di raffinare il modello sia come interpretazione partendo dai profili sismici che implementando il modello di conversione tempi/profondità

CONCLUSIONI

Il lavoro presentato, che in parte è servito all'elaborazione delle sezioni geologiche allegare alla **Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna**, ha avuto e avrà sostanzialmente **2 obiettivi principali**:

- 1) Una implementazione dell'interpretazione geologica profonda che si basa sia sulla rivisitazione e armonizzazione dei dati e dei recenti lavori svolti da ENI ma anche dal SGSS, che sull'interpretazione alla scala di bacino dei profili sismici**
- 2) L'interpretazione con il maggior dettaglio possibile rispetto alla scala di studio dei principali elementi stratigrafici e tettonici**

Sviluppi Futuri:

Proseguo dell'attività di consultazione e interpretazione dei profili sismici al fine di poter dettagliare meglio, in diversi settori del territorio regionale e soprattutto in prossimità dei maggiori alti strutturali sepolti, i seguenti aspetti:

- 1) Correlazione e mappatura 2D e 3D delle master fault al fine di poter avere uno strumento cartografico di dettaglio utile per attività e approfondimenti in materia di microzonazione sismica ed individuazione delle principali sorgenti sismogeniche**
- 2) Correlazione e mappatura 2D e 3D dei principali orizzonti sismici superficiali e dei relativi assi delle anticlinali per individuare la presenza di strutture maggiormente attive nel territorio regionale**