

0	DIC. 2012	EMISSIONE			PROGER	PROGER	STOGIT	
REV. REV.	DATA DATE	DESCRIZIONE / DESCRIPTION			DISEGN. DRAFT.	CONTR. CHECK'D	APPROV. APPR'D	STATO REVIS. REV. STATUS
 STOGIT		CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Esercizio A Pmax=1,10 Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE						
CAMPO DI FIUME TRESTE – MODELLO STATICO 3D LIVELLO C2 (POLITECNICO DI TORINO – DITAG, GIUGNO 2012)								
SCALA SCALE	SOSTITUISCE IL SUPERSEDES N.	SOSTITUITO DAL SUPERSEDED BY N.	AREA IMP. PLANT AREA	UNITA' IMP. PLANT UNIT	IDENTIFICATIVO DOCUMENTO DOCUMENT IDENTIFIER			FG. / DI SH. / OF
-					ALLEGATO 37a			-



**petroleum
engineering
group**



POLITECNICO DI TORINO
DITAG - Dipartimento di Ingegneria del Territorio,
dell'Ambiente e delle Geotecnologie



STOGIT

CAMPO DI SAN SALVO

Concessione di Fiume Treste – Livello C2

MODELLO STATICO

Giugno 2012



INDICE

1	INTRODUZIONE	1
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE	2
3	IL LIVELLO C2: REVISIONE SISMICA 3D E NUOVA INTERPRETAZIONE	4
4	IL LIVELLO C2: ATTIVITA' DI STOCCAGGIO E DI POTENZIAMENTO	6
5	IL MODELLO STATICO	8
5.1	Dati utilizzati.....	8
5.2	Procedura di realizzazione del modello	8
5.2.1	<i>Correlazione stratigrafica</i>	<i>9</i>
5.2.2	<i>Verifica della messa in quota della mappa sismica del top del livello C2.....</i>	<i>10</i>
5.2.3	<i>Generazione della mappa delle isopache e della mappa di bottom del livello C2.....</i>	<i>10</i>
5.2.4	<i>Revisione e generazione del modello di faglie</i>	<i>10</i>
5.2.5	<i>Definizione dei limiti stratigrafici.....</i>	<i>10</i>
5.2.6	<i>Generazione del grid</i>	<i>11</i>
5.2.7	<i>Ricostruzione della geometria del livello e discretizzazione del volume poroso</i>	<i>11</i>
5.2.8	<i>Definizione del contatto originale gas-acqua (OGWC).....</i>	<i>12</i>
5.2.9	<i>Rielaborazione del grid</i>	<i>12</i>
5.2.10	<i>Distribuzione del rapporto net to gross.....</i>	<i>12</i>
5.2.11	<i>Porosità e saturazione in acqua irriducibile.....</i>	<i>12</i>
5.2.12	<i>GOIP statico</i>	<i>13</i>
6	BIBLIOGRAFIA	14



INDICE DELLE TABELLE

- Tab. 1: Tagli stratigrafici
- Tab. 2: Valori di NTG medio calcolato ai pozzi e tipo di log utilizzato
- Tab. 3: Layering, proprietà di modello e parametri adottati per il calcolo del GOIP
- Tab. 4: Bulk volume, Net volume, Pore volume e GOIP statico del livello C2

INDICE DELLE FIGURE

- Fig. 1 - Ubicazione della Concessione Fiume Treste Stoccaggio
- Fig. 2 - Schema stratigrafico (da ENI-GIAC, 2000) e livelli di stoccaggio
- Fig. 3 - Volume sismico del campo ed ubicazione dei livelli di stoccaggio
- Fig. 4 - Modello deposizionale schematico: genesi e modalità deposizionali degli apporti torbiditici
- Fig. 5 - Dati sismici di input: mappa del top strutturale del livello C2 e poligoni di faglia interpretati (da ENI E&P, 2006)
- Fig. 6 - Revisione della mappa sismica sulla base dei nuovi tagli stratigrafici
- Fig. 7 - Mappa del top livello C2, posizione dell'acquifero e interpretazione strutturale proposta
- Fig. 8 - Vista dall'alto del grid, suddiviso nei segmenti Cupello e La Coccetta: l'andamento delle celle segue il più possibile il modello di faglie adottato
- Fig. 9 - Mappa degli spessori del livello C2
- Fig. 10 - Mappa del top livello C2: zoom sulla culminazione La Coccetta con gli entry point dei pozzi che hanno attraversato il livello
- Fig. 11 - Mappa di ACTNUM con disattivazione delle celle al di sotto dell'OGWC, (-1127 m s.l.m.)
- Fig. 12 - Mappa della distribuzione del NTG del livello C2
- Fig. 13 - Dati di carota prelevate ai pozzi San Salvo 24 dir e San Salvo 7 (sopra) e dati da CPI elaborati da log elettrici (sotto) (da ENI-GIAC, 2000)
- Fig. 14 - Analisi di laboratorio eseguite sulla carota di fondo n. 5 prelevata nel pozzo San Salvo 81 dir

ALLEGATI

- Allegato 1 – Correlazione stratigrafica e valori medi di NTG per i pozzi della zona Furci
- Allegato 2 – Correlazione stratigrafica e valori medi di NTG per i pozzi della zona Cupello
- Allegato 3 – Correlazione stratigrafica e valori medi di NTG per i pozzi della zona La Coccetta



1 INTRODUZIONE

La presente relazione descrive il flusso di lavoro condotto dall'Unità Giacimenti Stogit in collaborazione con il *Petroleum Engineering Group* del Politecnico di Torino per la realizzazione di uno studio geologico aggiornato del livello C2 della Concessione Fiume Treste Stoccaggio, allo scopo di definire i volumi di gas in giacimento.

Lo studio ha preso avvio da una revisione stratigrafica di tutti i pozzi che hanno attraversato il livello, al fine di valutarne la geometria deposizionale e l'assetto stratigrafico e strutturale. E' stato pertanto possibile aggiornare il precedente modello statico del livello C2 (realizzato nel 2007) sulla base delle nuove informazioni acquisite grazie a:

- la mappa strutturale elaborata nel 2006 a seguito di un nuovo processing e relativa reinterpretazione sismica del campo di San Salvo ("*Seismic Stratigraphy and Well Seismic*" - ENI E&P, 2006);
- i dati dei pozzi perforati da Stogit tra il 2006 ed il 2010 finalizzati ad operazioni di infilling dello stoccaggio nel livello stesso ed allo sviluppo del soprastante pool D,E,E0 (pilot holes dei pozzi Furci) e del sottostante pool B,C,C1 (Culminazione La Coccetta).

La definizione del modello strutturale ha richiesto la revisione e l'analisi di tutti i log disponibili per la verifica dei tagli stratigrafici e per la corretta messa in profondità del nuovo input sismico.

La struttura del giacimento, disposta in direzione NO-SE, è interessata per quasi la sua intera lunghezza da un sistema di faglie orientate da NO-SE a NNO-SSE che presentano rigetti massimi dell'ordine di 30 metri in corrispondenza della faglia longitudinale che suddivide il campo nelle due distinte culminazioni La Coccetta e Cupello.

Da un punto di vista petrofisico, il modello è stato caratterizzato mediante le proprietà definite nello studio statico di giacimento eseguito da ENI nel 2000 ("Campo di San Salvo - Studio di giacimento livelli di stoccaggio B+C e C2" - ENI-GIAC, 2000), integrate con le analisi di laboratorio eseguite sulle carote recentemente acquisite con la perforazione del pozzo geognostico San Salvo 81 dir. Il rapporto net/gross (NTG) è stato revisionato sulla base dei log di potenziale spontaneo (SP) e di gamma ray (GR) disponibili. La mappatura del NTG è stata eseguita mediante l'interpolazione dei valori medi calcolati per ciascun pozzo in corrispondenza del livello C2.

Dalla revisione dei profili log è stato possibile apprezzare come i sedimenti presenti nella culminazione Cupello presentino spessori di pochi metri e forti variazioni di facies, con zone di argillificazione o di non deposizione. Nella culminazione La Coccetta invece, gli accumuli hanno spessori più elevati (sino a 30 metri) e facies sabbiose generalmente più omogenee.

Il volume di gas in posto (GOIP) calcolato sulla base del modello statico per l'intero campo, assumendo un OGWC pari a -1127 m s.l.m. ed un fattore di volume del gas (B_g) rappresentativo della pressione alla profondità media di giacimento, è pari a $3.993 \cdot 10^6 \text{ m}_{sc}^3$. Nella sola zona di stoccaggio La Coccetta, il GOIP è risultato pari a $3.389 \cdot 10^6 \text{ m}_{sc}^3$.



2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

Il giacimento di Fiume Treste pool C2 è ubicato in provincia di Chieti, nella Concessione Fiume Treste Stoccaggio (figura 1). L'intera area ricade dal punto di vista geologico nell'ambito del "Bacino Molisano", appartenente all'unità nota come "Avanfossa Bradanica". Con questo termine viene designata un'ampia fascia estesa tra la catena appenninica ed il bacino adriatico, caratterizzata nelle fasi più recenti dell'evoluzione geologica e strutturale (Pliocene e Pleistocene) da un consistente apporto di sedimenti di natura prevalentemente sabbiosa e argillosa.

La successione stratigrafica, che comprende nella parte inferiore calcari di piattaforma carbonatica di età cretacea appartenenti all'avampaese apulo, è composta da due principali unità litostratigrafiche denominate Formazione Palino e Formazione Candela-Torrente Tona, ricoperte a loro volta dal cosiddetto Alloctono.

La Formazione Palino, la cui dinamica deposizionale è condizionata dall'andamento strutturale del sottostante substrato carbonatico tettonizzato, consiste di argille e marne bacinali del Pliocene inferiore e medio.

La Formazione Candela-Torrente Tona è composta da un'alternanza di livelli argillosi e di corpi sabbiosi, talora anche conglomeratici, depositi durante il Pliocene medio ed il Pliocene superiore. In questa formazione sono compresi i livelli sabbiosi interessati dall'attività di stoccaggio del gas naturale che, alternati alle peliti alimentate dal fronte dell'Alloctono, sono organizzati in piccoli sistemi di lobo torbido sviluppati in corrispondenza del passaggio tra ambienti di scarpata e piana di bacino (da ENI-GIAC, 2000).

In figura 2 è riportata la colonna stratigrafica e la posizione dei singoli livelli minerari, mentre in figura 3 è illustrata la loro ubicazione all'interno del volume sismico del campo.

L'Alloctono costituiva il margine sud-orientale del bacino ed il suo fronte è soggetto ad una progressiva migrazione verso NE, attraverso una dinamica di tipo gravitativo. L'Alloctono comprende litologie prevalentemente argilloso-marnose fortemente scompagnate di età messiniana e pliocenica, affioranti nella parte più interna del bacino. Lo smantellamento della parte emersa dell'Alloctono rappresenta la sorgente principale di apporti sedimentari che alimentano i sistemi bacinali profondi.

Dal punto di vista strutturale i principali fattori che controllano la sedimentazione a grande scala sono l'evoluzione tettonica dell'Alloctono e la morfologia del sottostante substrato carbonatico, interessato dall'occasionale e discontinua riattivazione di lineamenti strutturali che condizionano la morfologia del bacino e la posizione dei depocentri.

Il modello interpretativo adottato evidenzia come la successione pliocenica nell'area del campo, compresa tra il substrato carbonatico e l'alloctono gravitativo, sia caratterizzata da blande anticlinali dislocate da una serie di faglie inverse con rigetti contenuti e allungate in direzione NNO-SSE. La presenza di questo sistema di fronti compressivi a vergenza appenninica è probabilmente legata alla messa in posto delle unità alloctone. I lineamenti inversi sono posti in



relazione ad una componente tettonica sindeposizionale in grado di condizionare spessore e sabbiosità dei livelli. Nel campo sono comunque presenti anche lineamenti distensivi, legati alla riattivazione delle faglie che scompongono il substrato carbonatico; essi interessano soprattutto l'area settentrionale del campo e, oltre alla serie terrigena, dislocano in parte anche l'alloctono sovrastante.



3 IL LIVELLO C2: REVISIONE SISMICA 3D E NUOVA INTERPRETAZIONE

Il livello C2, interposto stratigraficamente tra i pool B,C,C1 e D,E,E0, è costituito da una bancata sabbiosa con geometria deposizionale di tipo pinch-out. In particolare, il livello chiude verso O-SO per onlap, verso S-SE per troncatura contro l'Alloctono, mentre verso N-NE la chiusura avviene per pendenza strutturale.

La struttura del reservoir si presenta allineata in direzione NO-SE ed è interessata per quasi tutta la sua estensione da un sistema di faglie orientate da NO-SE a NNO-SSE, che però non producono una compartimentazione significativa del giacimento. Il principale lineamento tettonico è posto in corrispondenza della zona di separazione tra le due culminazioni strutturali Cupello (nella porzione centrale del campo) e La Coccetta (nell'area sud-orientale) con un rigetto massimo di circa 30 metri. La trappola è pertanto di tipo stratigrafico-strutturale.

Al fine di acquisire informazioni geologiche maggiormente dettagliate sull'assetto stratigrafico-deposizionale e sugli aspetti strutturali del livello C2, è stata condotta nel 2006 da ENI E&P, in collaborazione con Stogit, una revisione del rilievo sismico 3D del campo acquisito nel 1997-2000 ("*Seismic Stratigraphy and Well Seismic*" - ENI E&P, 2006). Lo studio ha inteso esaminare gli elementi geologici in relazione alle loro eventuali ricadute sul comportamento dinamico del giacimento. L'interpretazione, preceduta da una fase di reprocessing del dato sismico, ha consentito l'acquisizione di informazioni di maggior dettaglio, elaborate alla luce di un modello tettonico di nuova concezione, basato su affinità sismiche con il vicino campo di Torrente Tona, anch'esso ubicato nell'Avanfossa Bradanica.

Secondo la recente interpretazione strutturale proposta, le principali discontinuità strutturali sarebbero il risultato di forze a prevalente componente compressiva legate alla dinamica dell'Alloctono, sovrascorrente verso NE. Le faglie inverse risultano ad elevato angolo e di modesti rigetti. Nelle zone marginali sono presenti subordinate faglie normali.

La mappa strutturale del top del livello C2 (figura 5), prodotto finale della nuova interpretazione sismica del campo, conferma la generale risalita della struttura in direzione SO e la presenza delle due zone di alto strutturale distinte (Cupello e La Coccetta).

Dalla revisione dei profili log è stato possibile apprezzare come il livello presenti al suo interno variazioni di spessore e di facies, con aree in cui risulta completamente argillificato. Il livello denota infatti una ripresa della sedimentazione torbidityca prevalentemente sotto forma di depositi di lobo e presenta così spessori più ridotti (dell'ordine di pochi metri) e facies più eterogenee in corrispondenza delle zone di paleoalto (area Cupello ed area nord-occidentale) ed accumuli maggiori e più omogenei nelle zone più depresse del bacino (area La Coccetta e Trigno), dove lo spessore delle sabbie raggiunge valori massimi di 25-35 metri. I sedimenti sono prevalentemente legati a flussi torbidityci sabbiosi ad alta concentrazione; sono presenti anche debris-flow fangosi con inglobati ciottoli e bioclasti sparsi, ma con spessore e continuità laterale molto limitata. La figura 4 illustra schematicamente il modello al quale sono legati genesi e modalità deposizionali degli apporti torbidityci.



La copertura del livello C2 è costituita dai depositi argillosi appartenenti alla stessa Formazione Candela-Torrente Tona. La bancata argillosa che separa il livello C2 dal soprastante pool D,E,E0, presenta spessori molto elevati in corrispondenza della culminazione La Coccetta (superiori a 50 metri), dove il pool D,E,E0 è discontinuo e talvolta assente.

Nel livello C2 la mineralizzazione primaria a gas interessava una fascia orientata NO-SE, con un contatto gas-acqua originario (OGWC) individuato ad una quota di -1127 m s.l.m. sulla base dei dati rilevati in corrispondenza dei pozzi verticali perforati prima della messa in produzione del livello o acquisiti durante la prima fase della produzione.

La pressione statica originaria (SBHP) era pari a 131,5 kg/cm² ass. (circa 129 barsa) al datum di -1067 m s.l.m. Il meccanismo di produzione è associato alla spinta dell'acquifero.



4 IL LIVELLO C2: ATTIVITA' DI STOCCAGGIO E DI POTENZIAMENTO

Le attività di stoccaggio del gas naturale nel pool C2 della Concessione Fiume Treste Stoccaggio sono iniziate nel 1982, a seguito della cessata produzione primaria.

In tempi recenti Stogit ha intrapreso numerosi progetti di potenziamento e di sviluppo della concessione, attraverso la realizzazione di pozzi di infilling; è stata inoltre avviata l'attività operativa per la conversione allo stoccaggio del soprastante pool D,E,E0.

Per quanto riguarda il livello C2, è stato realizzato un primo step di potenziamento dell'attività di stoccaggio, attraverso un'operazione di infilling finalizzata ad ottimizzare la gestione operativa e ad incrementare le prestazioni in termini di "Portata di punta" durante la fase erogativa. Sulla base di studi di giacimento e di nuovi elementi geologico-strutturali, sono stati ubicati e perforati quattro nuovi pozzi, di cui due a traiettoria slanted e due a traiettoria suborizzontale. I pozzi, perforati fra il 2006 e il 2008 a partire da postazioni di superficie esistenti, sono così denominati:

- San Salvo 80 Or (da postazione San Salvo 12);
- San Salvo 82 Or (da postazione Trigno 1-11);
- San Salvo 83 Dir (da postazione La Cocchetta 1-5-6);
- San Salvo 95 Dir (da postazione San Salvo 12).

Nel giugno 2011, il Ministero dello Sviluppo Economico (MSE) ha accordato a Stogit la proroga della Concessione Fiume Treste Stoccaggio con validità decennale a partire dal 21 giugno 2012 fino al 21 giugno 2022. Nell'ambito del programma lavori pianificato a seguito del rinnovo della concessione di stoccaggio, il livello C2 è stato individuato fra quelli potenzialmente idonei per la realizzazione di un progetto di superamento della pressione originaria di scoperta ($P > P_i$).

Per valutare la fattibilità operativa del progetto sono stati eseguiti una serie di studi, finalizzati alla raccolta di dati per approfondire le conoscenze geologiche e dinamiche del giacimento, in particolare la caratterizzazione complessiva del giacimento e la già citata nuova interpretazione strutturale basata sulla revisione sismica parziale del rilievo 3D acquisito nel 1997-2000 (ENI E&P, 2006). Le informazioni acquisite sono state opportunamente integrate al fine di valutare correttamente l'idoneità tecnica del giacimento per gli obiettivi prefissati.

Il progetto di superamento della pressione originaria di scoperta ha contemplato la perforazione del pozzo geognostico San Salvo 81 dir, realizzato nel 2006 a partire dalla postazione di superficie esistente del pozzo San Salvo 12. Il pozzo è stato progettato per conseguire i seguenti principali obiettivi:

- prelievo di carote di fondo nella roccia di copertura e nel reservoir per l'esecuzione di analisi mirate alla caratterizzazione geomeccanica, e quindi alla valutazione della massima pressione di esercizio ammissibile per l'esercizio del giacimento;
- esecuzione di prove in situ per la valutazione degli stress e dei gradienti di fratturazione della roccia di copertura;



- registrazione di un set di log per la descrizione di caratteristiche litologiche e petrofisiche del serbatoio e della roccia di copertura;
- allestimento del pozzo con attrezzature idonee al monitoraggio del giacimento;
- acquisizione di un VSP (sismica di pozzo), registrato nel maggio 2009.

Ulteriori carotaggi integrativi sulle argille di copertura del livello C2 sono stati eseguiti nei pozzi San Salvo 88 dir, San Salvo 89 dir e San Salvo 92 dir A, perforati nel corso del 2009.

La realizzazione del progetto prevede infine varie attività relative soprattutto alla messa a punto di un adeguato piano di monitoraggio, con adozione di metodologie in parte innovative e ad alto contenuto tecnologico.



5 IL MODELLO STATICO

Il presente modello statico è stato costruito mediante l'utilizzo del software Petrel 2010.2.2 commercializzato dalla ditta Schlumberger. Tutti i dati utilizzati per le interpretazioni geologiche e per la costruzione del modello sono stati importati in ambiente Petrel ai fini di generare un database contenente tutte le informazioni geologiche attualmente disponibili per il campo di San Salvo.

5.1 Dati utilizzati

Nell'ambito della Concessione Fiume Treste Stoccaggio, dal 1956 ad oggi, sono stati perforati circa 170 pozzi. La maggior parte di essi sono stati eseguiti negli anni '60 e '70, per cui i log disponibili sono per lo più quelli di potenziale spontaneo, gamma ray e resistività, che hanno consentito il riconoscimento delle litologie intercettate ma non la loro caratterizzazione: i log sono stati utilizzati per le correlazioni stratigrafiche e la stima degli intervalli net.

Tutti i log, le coordinate di testa pozzo ed i profili di deviazione dei pozzi perforati nel campo tra il 2006 ed il 2010 sono stati importati e caricati per consentire l'aggiornamento del precedente modello statico del livello C2 (2007). I tagli stratigrafici sono stati aggiornati sulla base dei dati acquisiti con la perforazione dei nuovi pozzi che hanno attraversato il livello.

La costruzione del grid è stata effettuata partendo dai dati sismici di input forniti nel dicembre 2006 da ENI E&P, al termine della fase di revisione del rilievo sismico 3D del campo: la mappa strutturale del top del livello C2 ed i poligoni di faglia interpretati, riportati in figura 5. In accordo con il precedente modello statico, si è scelto di modellizzare solo i lineamenti tettonici principali di carattere regionale che presentano rigetti significativi ai fini dello studio.

Per la caratterizzazione petrofisica si è fatto riferimento ai risultati dello studio statico di giacimento ENI del 2000, basato sui dati delle carote prelevate ai pozzi San Salvo 24 dir e San Salvo 7 e sul CPI del pozzo San Salvo 24 dir, integrati con le analisi di laboratorio eseguite recentemente sulle carote del pozzo geognostico San Salvo 81 dir.

5.2 Procedura di realizzazione del modello

La revisione del modello geologico di Fiume Treste pool C2 si è articolata nelle fasi di seguito descritte.

1) Costruzione del database:

- caricamento dei dati sismici (mappa strutturale del top del livello C2, limite di modello, poligoni di faglia e zone di argillificazione), dei dati relativi ai 129 pozzi che hanno attraversato il livello (coordinate di testa pozzo, profili di deviazione dei pozzi, log di pozzo, tagli stratigrafici) e QC di tutti i dati disponibili;



- revisione della correlazione stratigrafica sulla base dei log SP e GR caricati e controllo della messa in quota della mappa sismica del top del livello C2 mediante l'uso dei tagli stratigrafici ai pozzi;
- costruzione della mappa delle isopache e successiva creazione della mappa del bottom del livello C2.

2) Costruzione del grid:

- revisione e generazione del sistema principale di faglie;
- generazione del grid tridimensionale (skeleton di modello) sulla base dei vincoli rappresentati dalle discontinuità strutturali utilizzando una discretizzazione orizzontale a maglie quadrate con dimensioni di 60x60 metri;
- generazione del framework stratigrafico mediante la creazione degli orizzonti di modello del top e del bottom del livello C2: come input sono state utilizzate le superfici del top e del bottom del livello assestate ai tagli stratigrafici di tutti i pozzi;
- discretizzazione verticale del volume poroso in 4 layer proporzionali;
- rielaborazione del grid mediante la disattivazione delle celle al di sotto del OGWC.

3) Caratterizzazione petrofisica e definizione delle proprietà di modello:

- attribuzione dei valori di porosità e di saturazione in acqua irriducibile, sulla base dei dati riportati nello studio statico di giacimento ENI del 2000, a loro volta confrontati con i valori ottenuti dalle analisi di laboratorio eseguite sulle carote recentemente acquisite con la perforazione del pozzo geognostico San Salvo 81 dir;
- definizione e mappatura del NTG per la zona C2 sulla base dei valori riferiti ai pozzi.

4) Calcolo dei volumi di gas originariamente in posto.

5.2.1 Correlazione stratigrafica

La correlazione stratigrafica per il livello C2, utilizzata per l'aggiornamento del modello statico, è stata revisionata ed integrata sulla base dei dati acquisiti con la perforazione dei nuovi pozzi. In particolare, i pozzi di recente realizzazione che hanno attraversato il livello di studio sono i seguenti:

- SS80or, SS80pilot, SS81d2, SS82or, SS82pilot, SS83d, SS83pilot, SS86d, SS87or1, SS87or2, SS87pilot1, SS87pilot2, SS88d, SS88dA, SS91or, SS91pilot, SS92d2, SS92dA, SS93or, SS93pilot, SS94or, SS94pilot, SS95d;
- CU29d, CU30d, CU31d, CU32d, CU32dA, CU33d, CU34d;
- FU11pilot, FU12pilot, FU13pilot, FU14pilot, FU16pilot, FU17pilot.

I tagli stratigrafici sono stati definiti sulla base dei log di potenziale spontaneo, di gamma ray e di resistività di più di 100 pozzi che attraversano il livello. Per i pozzi in cui tali log non sono



disponibili la suddivisione del profilo litologico riprende quella dello studio statico di giacimento ENI del 2000.

Negli Allegati 1, 2 e 3 è riportata la correlazione stratigrafica con i log litologici dei pozzi del campo, suddivisa per le zone di Furci, Cupello e La Coccetta. La Tabella 1 riporta i tagli stratigrafici utilizzati per la costruzione del modello statico.

5.2.2 Verifica della messa in quota della mappa sismica del top del livello C2

La verifica della corretta messa in quota della mappa sismica del top del livello C2 è stata effettuata mediante i tagli stratigrafici ai pozzi (tabella 1), come illustrato in figura 6. La mappa sismica è risultata ben assestata ai tagli stratigrafici e non è stato quindi necessario effettuare nessuna ulteriore operazione di messa in quota.

5.2.3 Generazione della mappa delle isopache e della mappa di bottom del livello C2

La generazione della mappa del bottom del livello C2 è stata costruita a partire dalla mappa del top strutturale assestata ai pozzi, realizzando la mappa degli spessori del livello mediante i tagli stratigrafici ai pozzi.

5.2.4 Revisione e generazione del modello di faglie

La struttura del giacimento si presenta allineata in direzione NO-SE; essa è interessata per quasi tutta la sua estensione da un sistema di faglie orientate da NO-SE a NNO-SSE.

L'assetto strutturale del campo è stato modellizzato a partire dall'interpretazione sismica (figura 5) e dall'analisi del dato di pozzo. In particolare, visto l'elevato numero di pozzi perforati nell'area, l'analisi dei tagli stratigrafici ha permesso di verificare l'attendibilità dell'interpretazione sismica per quelle faglie in cui il rigetto risultava al limite della risoluzione sismica stessa nonché di definire accuratamente il rigetto delle faglie, laddove ne è stata confermata l'esistenza: le faglie modellizzate sono riportate in figura 7. L'analisi delle misure di pressione statica effettuate nel corso degli anni di produzione è stata utilizzata per confermare la completa comunicazione idraulica nella zona di stoccaggio del campo e quindi stabilire se le faglie costituiscono barriere idrauliche ai movimenti dei fluidi in giacimento.

5.2.5 Definizione dei limiti stratigrafici

La chiusura del livello C2 avviene per onlap sulle peliti della Formazione Candela-Torrente Tona verso O-SO, verso S-SE i corpi porosi chiudono per troncatura contro l'Alloctono, mentre verso N-NE la chiusura avviene per pendenza strutturale. Per riprodurre i limiti stratigrafici ed erosionali è stato preso come riferimento il limite di modello definito nello studio sismico del 2006. Quest'ultimo è stato aggiornato sulla base delle informazioni acquisite mediante la perforazione dei nuovi pozzi. In particolare, rispetto al precedente



modello statico, nella culminazione La Coccetta i pozzi San Salvo 91 or e San Salvo 91 pilot hanno intercettato il livello ed hanno consentito di estendere il limite deposizionale verso S-SE, mentre i pozzi San Salvo 92 dir 2, Lentella 2, San Salvo 65 dir, San Salvo 58 dir e San Salvo 57 dir 2F non sono stati più considerati oltre il limite deposizionale, bensì collocati entro una zona di argillificazione, in accordo con l'interpretazione fornita dalla sismica.

5.2.6 Generazione del grid

Il grid è stato generato mediante un processo suddiviso in più fasi, allo scopo di ottenere una discretizzazione orizzontale che permettesse di:

- descrivere adeguatamente l'assetto strutturale del giacimento;
- mantenere una geometria delle celle il più possibile regolare;
- ottenere un dettaglio sufficiente a descrivere correttamente l'ubicazione dei pozzi nell'area di culmine della struttura, in cui si esercita l'attività di stoccaggio.

In particolare, si è adottata una suddivisione regolare a maglie quadrate di dimensioni 60x60 metri in pianta, in modo da raggiungere un buon compromesso tra il grado di dettaglio strutturale ed il numero totale di celle del modello.

Il grid è stato orientato secondo l'asse principale della struttura (NO-SE). Laddove i piani di faglia avevano andamento sub-parallelo alla struttura è stato possibile far coincidere l'andamento delle celle con le discontinuità strutturali impostando queste ultime come trend per la generazione del grid stesso. Laddove l'orientazione delle discontinuità rispetto al grid avrebbe comportato una eccessiva distorsione delle celle, si è preferito invece approssimare la morfologia della struttura alla geometria delle celle. La figura 8 mostra una vista dall'alto del grid, suddiviso nei due segmenti Cupello e La Coccetta.

5.2.7 Ricostruzione della geometria del livello e discretizzazione del volume poroso

Una volta generata la struttura del grid si è proceduto alla definizione degli orizzonti stratigrafici di modello corrispondenti alle superfici di top e di bottom del livello C2 e, quindi, alla definizione del layer di modello corrispondente al livello poroso. Gli orizzonti di modello sono stati generati utilizzando come input le nuove mappe strutturali del top e del bottom del livello C2 assestate ai tagli stratigrafici. Mediante tale procedura è stato possibile ottenere un graduale assottigliamento del grid nelle aree di chiusura per onlap: lo spessore del livello, che raggiunge un massimo di circa 35 metri nella zona La Coccetta, si assottiglia progressivamente fino a totale chiusura nella zona S-SO.

La mappa delle isopache è illustrata nella figura 9, mentre in figura 10 è riportato lo zoom sulla culminazione La Coccetta dell'orizzonte del top strutturale del livello C2, con gli entry point dei pozzi che lo hanno attraversato.



Al fine di poter preservare l'eterogeneità verticale delle formazioni e descrivere il comportamento dinamico del giacimento in modo accurato si è adottata un'ulteriore suddivisione verticale del layer, tale da consentire successivamente una accurata descrizione del comportamento dei pozzi. In particolare, il livello è stato suddiviso in 4 sottolivelli di ugual spessore (tabella 3).

5.2.8 Definizione del contatto originale gas-acqua (OGWC)

Per quanto concerne la posizione dell'acquifero, sulla base dei dati rilevati in corrispondenza dei pozzi verticali perforati prima della messa in produzione del livello o acquisiti durante la prima fase della produzione, è stato identificato un OGWC posto a -1127 m s.l.m.

5.2.9 Rielaborazione del grid

Ai fini di contenere il numero di celle e, di conseguenza, ridurre i tempi della simulazione dinamica, sono state disattivate le celle al di sotto del OGWC mediante la creazione di una mappa di ACTNUM (figura 11). Il grid finale risulta essere composto da 112.064 celle (103 x 272 x 4), di cui 64.896 attive.

5.2.10 Distribuzione del rapporto net to gross

Per la definizione del NTG sono state impiegate le curve di potenziale spontaneo e di gamma ray di più di 100 pozzi. Prima dell'applicazione del cut-off, utilizzato per la definizione degli intervalli net-sand, i dati SP e GR sono stati resi idonei alla successiva analisi mediante la normalizzazione dei dati (SP_{norm} e GR_{norm}) nell'intervallo studiato. La scelta del cut-off applicato alle curve SP_{norm} e GR_{norm} per la definizione del log litologico "sand-clay" è stata effettuata cercando di rimanere in accordo con i dati riportati nello studio statico di giacimento ENI del 2000: si è pertanto utilizzato un cut-off di 0,7 per i log SP_{norm} ed un cut-off di 0,45 per i log GR_{norm} . Sulla base del log discreto NTG sono stati calcolati, per ciascun pozzo, i valori medi di NTG in corrispondenza dell'intervallo C2. La mappatura del NTG è stata eseguita mediante l'interpolazione dei valori medi di NTG per ciascun intervallo stratigrafico.

Nella tabella 2 sono riportati i valori medi di NTG per ciascun pozzo. Nella figura 12 è rappresentata la mappa della distribuzione del NTG adottata nel presente modello statico, dalla quale si nota molto bene la correlazione esistente tra le zone argillificate identificate dalla revisione sismica del 2006 e le zone con valori nulli di NTG calcolato ai pozzi.

5.2.11 Porosità e saturazione in acqua irriducibile

I parametri utilizzati per la caratterizzazione petrofisica del reservoir sono quelli definiti nello studio statico di giacimento eseguito da ENI nel 2000, integrati dalle analisi eseguite sulla carota di fondo recentemente prelevata nel pozzo geognostico San Salvo 81 dir.



Le tabelle e i grafici di figura 13 riguardano i dati di porosità, permeabilità e saturazione in acqua riportati nello studio di giacimento del 2000, relativi sia a carote di fondo prelevate ai pozzi San Salvo 24 dir e San Salvo 7, che ai CPI elaborati da log elettrici. Le analisi di laboratorio eseguite sulla carota numero 5 prelevata nel pozzo San Salvo 81 dir, di cui si riportano tabella e relativi grafici in figura 14, indicano una porosità media pari a circa 23% .

Si è scelto di utilizzare un valore medio di saturazione in acqua irriducibile del 22.2% su tutto il livello, ovvero il valore medio ottenuto dal CPI realizzato sul pozzo San Salvo 24 dir, mentre per quanto riguarda la porosità si è scelto un valore di 24.5% per tutto il livello, ovvero il valore medio ottenuto dalle analisi di laboratorio effettuate sulle carote di fondo prelevate ai pozzi San Salvo 24 dir e San Salvo 81 dir.

5.2.12 GOIP statico

Per il calcolo del volume di gas originariamente in posto (GOIP) sono state utilizzate le proprietà petrofisiche medie riportate in tabella 3, la mappa di NTG creata, la posizione del contatto gas-acqua originario (OGWC) alla quota di -1127 m s.l.m. ed un fattore di volume del gas (Bg) pari a $0.007297 \text{ m}^3/\text{m}_{\text{sc}}^3$ e rappresentativo della pressione alla profondità media di giacimento.

Il GOIP statico per l'intero campo è risultato pari a $3.993 \cdot 10^6 \text{ m}_{\text{sc}}^3$. Nella sola culminazione La Coccetta, posta ad est della faglia principale ed adibita allo stoccaggio, il GOIP è risultato pari a $3.389 \cdot 10^6 \text{ m}_{\text{sc}}^3$. La distribuzione del GOIP, del volume bulk, del net volume e del volume poroso è riportata nella tabella 4.



6 BIBLIOGRAFIA

“Campo di San Salvo - Studio di giacimento - Livelli di stoccaggio B+C e C2, Modello statico”,
ENI – GIAC, Dicembre 2000

“Seismic Stratigraphy and Well Seismic” – ENI E&P, 2006



TABELLE



Well	Surface	X (m)	Y (m)	Z (m)	MD (m)	Well	Surface	X (m)	Y (m)	Z (m)	MD (m)	Well	Surface	X (m)	Y (m)	Z (m)	MD (m)
CU01	TOP C2	2492303.3	4657006.6	-1240.3	1529.0	CU31d	TOP C2	2491874.2	4654553.7	-1075.1	1450.0	FU17 pilot	TOP C2	2491456.9	4654981.5	-1096.4	1651.0
CU01	BTM C2	2492303.3	4657006.6	-1261.4	1550.1	CU31d	BTM C2	2491872.9	4654554.7	-1078.7	1454.0	FU17 pilot	BTM C2	2491480.7	4654968.4	-1111.3	1682.0
CU02	TOP C2	2492133.9	4654380.0	-1075.4	1386.9	CU32d	TOP C2	2491720.5	4653896.1	-1063.0	1576.5	LC01	TOP C2	2496701.1	4649527.4	-973.4	1024.7
CU02	BTM C2	2492133.9	4654380.0	-1081.3	1392.8	CU32d	BTM C2	2491719.8	4653894.6	-1067.9	1581.8	LC01	BTM C2	2496701.1	4649527.4	-986.0	1037.3
CU03	TOP C2	2492101.7	4653376.8	-1053.3	1282.4	CU32dA	TOP C2	2492096.5	4654346.1	-1076.8	1395.5	LC02	TOP C2	2497608.6	4649780.8	-1040.1	1127.7
CU03	BTM C2	2492101.7	4653376.8	-1057.6	1286.7	CU32dA	BTM C2	2492096.5	4654346.1	-1079.3	1398.0	LC02	BTM C2	2497608.6	4649780.8	-1060.8	1148.4
CU04	TOP C2	2491202.4	4654310.7	-1075.6	1328.2	CU33d	TOP C2	2492459.9	4653686.4	-1087.9	1662.0	LC03	TOP C2	2496140.2	4649928.0	-1004.8	1061.8
CU04	BTM C2	2491202.4	4654310.7	-1081.4	1334.1	CU33d	BTM C2	2492460.7	4653684.7	-1091.4	1666.0	LC03	BTM C2	2496140.2	4649928.0	-1035.1	1092.1
CU06	TOP C2	2492389.6	4651847.7	-1014.2	1124.5	CU34d	TOP C2	2493366.4	4653265.7	-1079.5	1344.6	LC04	TOP C2	2497230.9	4649359.7	-988.3	1038.1
CU06	BTM C2	2492389.6	4651847.7	-1015.8	1126.1	CU34d	BTM C2	2493363.5	4653265.4	-1083.8	1349.8	LC04	BTM C2	2497230.9	4649359.7	-1001.6	1051.3
CU07	TOP C2	2494691.8	4650792.0	-1060.3	1134.7	FU01	TOP C2	2488366.5	4658567.7	-1148.8	1263.1	LC05d	TOP C2	2496837.8	4649754.7	-999.5	1100.4
CU07	BTM C2	2494691.8	4650792.0	-1062.7	1137.1	FU01	BTM C2	2488366.5	4658567.7	-1151.3	1265.6	LC05d	BTM C2	2496842.6	4649762.6	-1020.7	1123.5
CU13	TOP C2	2493388.9	4651889.6	-1031.3	1135.4	FU02	TOP C2	2490253.0	4655447.1	-1092.0	1373.6	LC08d	TOP C2	2497527.7	4649427.6	-1005.8	1132.5
CU13	BTM C2	2493388.9	4651889.6	-1035.1	1139.2	FU02	BTM C2	2490253.0	4655447.1	-1102.2	1383.8	LC08d	BTM C2	2497537.8	4649428.7	-1020.1	1150.0
CU14	TOP C2	2491119.8	4655196.8	-1097.9	1460.5	FU04	TOP C2	2489339.3	4656731.0	-1121.2	1237.2	LC09d	TOP C2	2496692.9	4650020.1	-1046.8	1234.5
CU14	BTM C2	2491119.8	4655196.8	-1103.0	1465.6	FU04	BTM C2	2489339.3	4656731.0	-1124.5	1240.5	LC09d	BTM C2	2496676.4	4650015.9	-1069.3	1262.7
CU15	TOP C2	2492547.5	4652665.1	-1047.1	1208.6	FU05	TOP C2	2489487.4	4655892.1	-1088.3	1215.8	LC10d	TOP C2	2497217.0	4649807.5	-1026.1	1193.3
CU15	BTM C2	2492547.5	4652665.1	-1050.8	1212.4	FU05	BTM C2	2489487.4	4655892.1	-1091.4	1218.9	LC10d	BTM C2	2497222.5	4649795.5	-1039.1	1211.9
CU17	TOP C2	2491621.9	4656158.0	-1174.8	1522.0	FU06	TOP C2	2487491.4	4658239.8	-1140.8	1248.2	LC11	TOP C2	2497084.6	4650142.4	-1073.9	1117.8
CU17	BTM C2	2491621.9	4656158.0	-1183.3	1530.5	FU06	BTM C2	2487491.4	4658239.8	-1146.7	1254.1	LC11	BTM C2	2497084.6	4650142.4	-1097.2	1141.1
CU24d	TOP C2	2494638.6	4650586.9	-1035.5	1172.3	FU07	TOP C2	2487823.5	4659413.4	-1169.4	1300.0	LE02	TOP C2	2494838.3	4650071.0	-1028.0	1175.6
CU24d	BTM C2	2494637.8	4650583.3	-1041.2	1179.1	FU07	BTM C2	2487823.5	4659413.4	-1174.4	1305.0	LE02	BTM C2	2494838.3	4650071.0	-1035.2	1182.8
CU25d	TOP C2	2493917.7	4650992.3	-1006.6	1174.8	FU08	TOP C2	2488130.7	4657336.3	-1122.6	1359.8	RA01d	TOP C2	2491495.6	4655556.8	-1127.7	1483.9
CU25d	BTM C2	2493914.3	4650992.1	-1011.8	1181.0	FU08	BTM C2	2488130.7	4657336.3	-1125.0	1362.2	RA01d	BTM C2	2491492.3	4655552.7	-1133.2	1491.5
CU26d	TOP C2	2494284.5	4650664.4	-1021.3	1192.0	FU11 pilot	TOP C2	2488131.3	4658152.1	-1140.1	1527.0	SC01	TOP C2	2487292.0	4660086.7	-1201.2	1378.7
CU26d	BTM C2	2494283.8	4650656.9	-1029.4	1203.0	FU11 pilot	BTM C2	2488144.4	4658149.3	-1148.9	1543.0	SC01	BTM C2	2487292.0	4660086.7	-1208.3	1385.9
CU27	TOP C2	2494242.9	4651012.0	-1028.5	1109.9	FU12 pilot	TOP C2	2488798.9	4656320.5	-1100.7	1607.0	SC04	TOP C2	2487245.8	4659248.9	-1169.8	1313.8
CU27	BTM C2	2494242.9	4651012.0	-1033.3	1114.8	FU12 pilot	BTM C2	2488794.6	4656323.3	-1103.7	1613.0	SC04	BTM C2	2487245.8	4659248.9	-1176.8	1320.8
CU28	TOP C2	2493330.4	4652501.7	-1048.0	1210.6	FU13 pilot	TOP C2	2490065.6	4655279.3	-1072.3	1599.4	SS01	TOP C2	2499677.0	4651645.8	-1191.6	1222.5
CU28	BTM C2	2493330.4	4652501.7	-1051.6	1214.2	FU13 pilot	BTM C2	2490079.7	4655266.8	-1082.5	1620.9	SS01	BTM C2	2499677.0	4651645.8	-1205.8	1236.7
CU29d	TOP C2	2493537.0	4652544.9	-1056.0	1249.7	FU14 pilot	TOP C2	2488775.4	4656866.2	-1111.2	1682.0	SS02	TOP C2	2498802.5	4651174.9	-1135.8	1173.5
CU29d	BTM C2	2493538.2	4652545.4	-1060.0	1253.9	FU14 pilot	BTM C2	2488782.7	4656860.3	-1118.8	1694.0	SS02	BTM C2	2498802.5	4651174.9	-1158.3	1196.0
CU30d	TOP C2	2492730.2	4653120.4	-1056.0	1600.0	FU16 pilot	TOP C2	2490298.1	4655699.9	-1098.1	1925.0	SS03	TOP C2	2497622.8	4651640.5	-1142.7	1182.4
CU30d	BTM C2	2492727.7	4653123.0	-1061.1	1606.3	FU16 pilot	BTM C2	2490275.8	4655709.3	-1112.2	1953.0	SS03	BTM C2	2497622.8	4651640.5	-1153.7	1193.4

Tabella 1 – Tagli stratigrafici (parte 1)



Well	Surface	X (m)	Y (m)	Z (m)	MD (m)
SS04	TOP C2	2495008.3	4652558.8	-1151.0	1311.7
SS04	BTM C2	2495008.3	4652558.8	-1157.4	1318.1
SS05	TOP C2	2496906.4	4650520.8	-1080.8	1130.8
SS05	BTM C2	2496906.4	4650520.8	-1103.6	1153.6
SS06	TOP C2	2494184.1	4652675.6	-1109.9	1234.6
SS06	BTM C2	2494184.1	4652675.6	-1113.8	1238.5
SS07	TOP C2	2498082.0	4651022.5	-1120.0	1161.1
SS07	BTM C2	2498082.0	4651022.5	-1138.4	1179.5
SS08	TOP C2	2498377.1	4651908.7	-1172.7	1209.0
SS08	BTM C2	2498377.1	4651908.7	-1184.7	1221.0
SS09	TOP C2	2493795.3	4654199.4	-1173.6	1386.5
SS09	BTM C2	2493795.3	4654199.4	-1181.4	1394.3
SS10	TOP C2	2494737.5	4653231.5	-1174.5	1348.7
SS10	BTM C2	2494737.5	4653231.5	-1180.7	1354.9
SS11	TOP C2	2496197.4	4652315.7	-1150.1	1281.0
SS11	BTM C2	2496197.4	4652315.7	-1176.6	1307.5
SS12	TOP C2	2496109.1	4650474.7	-1072.9	1130.6
SS12	BTM C2	2496109.1	4650474.7	-1094.2	1151.9
SS13	TOP C2	2493708.2	4653288.0	-1106.0	1256.3
SS13	BTM C2	2493708.2	4653288.0	-1110.5	1260.8
SS14	TOP C2	2494633.6	4651883.2	-1093.4	1233.2
SS14	BTM C2	2494633.6	4651883.2	-1098.5	1238.3
SS15	TOP C2	2495572.7	4651225.1	-1104.5	1295.5
SS15	BTM C2	2495572.7	4651225.1	-1117.7	1308.7
SS16	TOP C2	2498515.9	4650280.4	-1091.8	1178.4
SS16	BTM C2	2498515.9	4650280.4	-1114.4	1201.0
SS17	TOP C2	2495498.7	4651966.5	-1130.7	1255.2
SS17	BTM C2	2495498.7	4651966.5	-1138.6	1263.1
SS18	TOP C2	2496673.2	4654458.6	-1233.7	1351.8
SS18	BTM C2	2496673.2	4654458.6	-1253.3	1371.4
SS19	TOP C2	2497852.5	4650441.9	-1094.0	1135.9
SS19	BTM C2	2497852.5	4650441.9	-1115.2	1157.1
SS20d	TOP C2	2498191.9	4650522.4	-1100.9	1231.8
SS20d	BTM C2	2498204.4	4650525.8	-1120.9	1255.6

Well	Surface	X (m)	Y (m)	Z (m)	MD (m)
SS21d	TOP C2	2497501.8	4650238.4	-1093.1	1243.2
SS21d	BTM C2	2497484.4	4650228.3	-1120.9	1277.6
SS22d	TOP C2	2498145.0	4650244.3	-1088.9	1220.6
SS22d	BTM C2	2498156.1	4650237.0	-1110.7	1246.2
SS24d	TOP C2	2496319.9	4649892.4	-984.4	1153.9
SS24d	BTM C2	2496336.7	4649877.5	-1009.5	1187.6
SS25d	TOP C2	2496434.2	4650003.9	-1028.6	1206.5
SS25d	BTM C2	2496451.8	4649996.8	-1052.4	1237.0
SS26d	TOP C2	2495887.1	4649994.5	-1014.9	1127.5
SS26d	BTM C2	2495879.4	4649987.9	-1035.9	1150.8
SS27	TOP C2	2496070.1	4650158.1	-1048.4	1113.1
SS27	BTM C2	2496070.1	4650158.1	-1072.8	1137.5
SS28d	TOP C2	2496313.1	4650137.4	-1043.3	1153.0
SS28d	BTM C2	2496321.2	4650132.8	-1070.1	1181.4
SS29dII	TOP C2	2496407.9	4650288.3	-1060.9	1208.1
SS29dII	BTM C2	2496420.0	4650293.2	-1085.7	1236.1
SS30d	TOP C2	2497333.4	4650373.2	-1088.2	1238.4
SS30d	BTM C2	2497347.3	4650374.2	-1110.8	1265.0
SS31d	TOP C2	2497130.7	4650332.5	-1077.0	1157.9
SS31d	BTM C2	2497137.8	4650330.8	-1099.8	1181.8
SS32	TOP C2	2496944.9	4650358.7	-1080.9	1134.6
SS32	BTM C2	2496944.9	4650358.7	-1102.0	1155.7
SS33d	TOP C2	2497279.3	4650135.7	-1068.8	1228.2
SS33d	BTM C2	2497292.3	4650129.6	-1093.1	1256.4
SS34d	TOP C2	2496550.2	4650389.3	-1083.4	1228.5
SS34d	BTM C2	2496533.8	4650393.7	-1112.8	1262.4
SS35d	TOP C2	2496550.7	4650202.2	-1066.6	1220.5
SS35d	BTM C2	2496536.5	4650199.6	-1086.9	1245.4
SS36d	TOP C2	2496877.3	4650008.2	-1055.9	1176.7
SS36d	BTM C2	2496873.7	4649998.2	-1077.4	1200.7
SS37d	TOP C2	2496788.6	4650160.3	-1063.9	1142.4
SS37d	BTM C2	2496784.2	4650156.2	-1087.2	1166.6
SS38d	TOP C2	2496719.2	4650453.8	-1080.5	1169.5
SS38d	BTM C2	2496716.9	4650454.8	-1099.8	1189.0

Well	Surface	X (m)	Y (m)	Z (m)	MD (m)
SS39d	TOP C2	2497085.9	4650523.8	-1083.7	1163.9
SS39d	BTM C2	2497087.2	4650526.0	-1102.7	1183.1
SS40d	TOP C2	2498429.8	4650119.9	-1079.9	1410.9
SS40d	BTM C2	2498450.8	4650109.9	-1102.6	1443.5
SS41d	TOP C2	2498186.5	4650123.7	-1079.7	1285.6
SS41d	BTM C2	2498199.6	4650114.6	-1103.9	1314.6
SS42d	TOP C2	2497925.1	4650256.3	-1086.5	1166.5
SS42d	BTM C2	2497927.4	4650253.2	-1102.1	1182.5
SS43d	TOP C2	2498020.2	4650089.5	-1077.0	1244.2
SS43d	BTM C2	2498030.4	4650077.5	-1100.7	1272.6
SS44d	TOP C2	2498246.2	4649959.8	-1068.5	1378.6
SS44d	BTM C2	2498263.1	4649945.8	-1093.1	1411.6
SS45d	TOP C2	2498082.6	4649949.4	-1069.1	1337.1
SS45d	BTM C2	2498099.0	4649930.1	-1094.0	1372.6
SS46d	TOP C2	2497902.0	4649939.1	-1068.6	1273.6
SS46d	BTM C2	2497909.0	4649922.5	-1093.8	1304.6
SS47d	TOP C2	2497805.6	4650127.4	-1081.1	1186.0
SS47d	BTM C2	2497810.1	4650116.5	-1107.0	1214.5
SS48d	TOP C2	2497701.3	4649922.8	-1058.5	1247.5
SS48d	BTM C2	2497702.2	4649913.6	-1083.9	1274.5
SS49d	TOP C2	2497627.9	4650170.8	-1083.3	1163.6
SS49d	BTM C2	2497628.3	4650167.8	-1101.0	1181.6
SS57d	TOP C2	2492132.5	4652443.6	-1039.9	1490.3
SS57d	BTM C2	2492135.2	4652444.3	-1042.0	1493.7
SS57d2F	TOP C2	2491923.5	4652375.4	-1022.0	1323.2
SS57d2F	BTM C2	2491924.1	4652375.6	-1023.0	1324.4
SS58d	TOP C2	2491856.1	4652495.5	-1019.9	1332.2
SS58d	BTM C2	2491856.6	4652495.9	-1020.9	1333.4
SS62d	TOP C2	2493398.0	4651521.1	-1015.1	1170.2
SS62d	BTM C2	2493399.2	4651521.8	-1018.1	1173.5
SS63d	TOP C2	2492604.4	4651725.7	-1008.0	1347.0
SS63d	BTM C2	2492602.4	4651726.7	-1010.0	1350.0
SS64d	TOP C2	2492753.5	4651695.9	-1006.7	1270.7
SS64d	BTM C2	2492751.5	4651697.2	-1009.0	1274.0

Tabella 1 – Tagli stratigrafici (parte 2)



Well	Surface	X (m)	Y (m)	Z (m)	MD (m)
SS65d	TOP C2	2492989.2	4651567.3	-1003.9	1135.0
SS65d	BTM C2	2492988.7	4651567.7	-1006.2	1137.4
SS66d	TOP C2	2492989.0	4651774.4	-1014.9	1219.4
SS66d	BTM C2	2492988.6	4651775.6	-1016.8	1221.6
SS67d	TOP C2	2493143.2	4651652.6	-1013.9	1148.0
SS67d	BTM C2	2493143.3	4651653.1	-1016.5	1150.7
SS68d	TOP C2	2494253.5	4651292.4	-1022.4	1134.3
SS68d	BTM C2	2494254.8	4651293.3	-1028.2	1140.3
SS70d	TOP C2	2493863.5	4651082.8	-1006.3	1137.6
SS70d	BTM C2	2493862.1	4651082.2	-1010.1	1141.6
SS71dA	TOP C2	2493652.2	4651164.6	-1006.9	1227.0
SS71dA	BTM C2	2493650.5	4651164.8	-1009.4	1230.0
SS72d	TOP C2	2494283.8	4650981.3	-1022.1	1157.6
SS72d	BTM C2	2494285.1	4650979.8	-1025.7	1161.7
SS73d	TOP C2	2494255.2	4650818.3	-1019.4	1213.4
SS73d	BTM C2	2494256.4	4650814.8	-1024.9	1220.0
SS74d	TOP C2	2494085.8	4650962.3	-1007.2	1134.0
SS74d	BTM C2	2494084.9	4650959.7	-1013.8	1141.1
SS75d	TOP C2	2494357.2	4651161.7	-1026.1	1141.4
SS75d	BTM C2	2494358.3	4651161.8	-1030.0	1145.4
SS76d	TOP C2	2494191.5	4651144.9	-1020.0	1108.2
SS76d	BTM C2	2494191.7	4651145.0	-1023.5	1111.7
SS77d	TOP C2	2493873.9	4651287.4	-1016.8	1146.8
SS77d	BTM C2	2493872.7	4651288.1	-1020.6	1150.8
SS80 or	TOP C2	2495767.9	4650624.0	-1062.9	1357.0
SS80 pilot	TOP C2	2495895.9	4650579.6	-1063.1	1236.4
SS80 pilot	BTM C2	2495867.1	4650590.2	-1079.1	1271.0
SS81d 2	TOP C2	2495857.5	4650454.2	-1056.3	1164.5
SS81d 2	BTM C2	2495856.9	4650454.3	-1072.8	1181.0
SS82 or	TOP C2	2498203.8	4649713.0	-1059.0	1378.0
SS82 or	BTM C2	2498004.1	4649774.8	-1072.0	1588.0
SS82 pilot	TOP C2	2498345.9	4649656.2	-1058.0	1247.6
SS82 pilot	BTM C2	2498323.3	4649666.1	-1085.1	1284.2

Well	Surface	X (m)	Y (m)	Z (m)	MD (m)
SS83 pilot	TOP C2	2497102.2	4649698.7	-1007.9	1184.0
SS83 pilot	BTM C2	2497109.8	4649701.7	-1026.2	1204.0
SS83d	TOP C2	2497154.3	4649726.8	-1008.7	1220.0
SS86d	TOP C2	2494559.3	4650976.4	-1038.6	1186.5
SS86d	BTM C2	2494555.6	4650981.0	-1044.0	1194.5
SS87 p1	TOP C2	2496526.4	4649536.7	-960.7	1068.5
SS87 p1	BTM C2	2496509.0	4649537.4	-975.1	1091.1
SS87 p2	TOP C2	2496526.0	4649538.0	-960.7	1068.9
SS87 p2	BTM C2	2496508.1	4649540.1	-975.3	1092.1
SS87or 1	TOP C2	2496526.9	4649536.9	-960.0	1067.7
SS87or 1	BTM C2	2496508.0	4649537.4	-975.1	1091.9
SS87or 2	TOP C2	2496528.7	4649542.8	-962.0	1068.2
SS87or 2	BTM C2	2496513.6	4649546.2	-976.0	1089.0
SS88d	TOP C2	2496648.2	4649358.7	-957.0	1039.8
SS88d	BTM C2	2496647.5	4649355.6	-965.8	1049.2
SS88d A	TOP C2	2496789.7	4649474.4	-969.5	1036.0
SS88d A	BTM C2	2496791.3	4649473.8	-977.3	1044.0
SS91 pilot	TOP C2	2497457.2	4649181.4	-985.8	1139.8
SS91 pilot	BTM C2	2497450.6	4649185.9	-991.2	1149.4
SS91or	TOP C2	2497458.2	4649178.0	-986.0	1137.5
SS91or	BTM C2	2497451.5	4649181.7	-991.0	1146.7
SS92d2	TOP C2	2497022.1	4649190.3	-955.1	1109.9
SS92d2	BTM C2	2497015.4	4649186.1	-964.3	1122.0
SS92dA	TOP C2	2497499.9	4649252.8	-986.0	1088.8
SS92dA	BTM C2	2497509.2	4649248.4	-1004.0	1109.6
SS93 pilot	TOP C2	2497544.8	4649352.4	-1002.9	1133.4
SS93 pilot	BTM C2	2497575.2	4649355.5	-1021.1	1168.9
SS93or	TOP C2	2497535.3	4649343.7	-1001.3	1125.0
SS93or	BTM C2	2497562.1	4649337.8	-1019.6	1158.0
SS94 pilot	TOP C2	2497122.4	4649450.2	-973.9	1107.0
SS94 pilot	BTM C2	2497100.4	4649465.8	-991.0	1138.9
SS94or	TOP C2	2497123.5	4649445.9	-974.0	1104.4
SS94or	BTM C2	2497102.5	4649456.9	-990.9	1133.5

Well	Surface	X (m)	Y (m)	Z (m)	MD (m)
SS95d	TOP C2	2498520.9	4649628.8	-1056.4	1167.0
TR01	TOP C2	2498724.9	4649546.0	-1061.0	1127.1
TR01	BTM C2	2498724.9	4649546.0	-1087.1	1153.1
TR11d	TOP C2	2498378.8	4649760.2	-1059.6	1247.3
TR11d	BTM C2	2498364.3	4649770.3	-1084.8	1278.1
VA01	TOP C2	2500491.8	4655221.2	-1160.9	1175.9
VA01	BTM C2	2500491.8	4655221.2	-1188.9	1203.9

Tabella 1 – Tagli stratigrafici (parte 3)



Well	Log	NTG medio	Well	Log	NTG medio	Well	Log	NTG medio	Well	Log	NTG medio
CU01	SP	0.61	LC04	SP	0.88	SS25d	GR	0.90	SS86d	GR	0.39
CU03	SP	0.00	LC05d	SP	0.92	SS26d	GR	0.92	SS87 pilot1	GR	0.00
CU06	SP	0.00	LC08d	SP	0.92	SS30d	GR	0.70	SS87 pilot2	GR	0.00
CU14	SP	0.63	LC09d	SP	0.89	SS31d	GR	0.81	SS88d	GR	0.00
CU17	SP	1.00	LC10d	SP	1.00	SS33d	GR	0.87	SS88d A	GR	0.57
CU25d	SP	0.00	LC11	SP	0.97	SS34d	GR	0.65	SS91 pilot	GR	0.00
CU26d	SP	0.44	LE02	SP	0.00	SS35d	GR	0.74	SS92d2	GR	0.00
CU28	SP	0.00	RA01d	GR	0.96	SS36d	GR	0.85	SS92dA	GR	0.65
CU29d	GR	0.00	SS01	SP	0.63	SS57d	GR	0.36	SS93 pilot	GR	0.93
CU30d	GR	0.00	SS02	SP	0.93	SS57d2F	GR	0.00	SS94 pilot	GR	0.89
CU31d	GR	0.69	SS03	SP	0.87	SS58d	GR	0.00	TR01	SP	1.00
CU32d	GR	0.00	SS04	SP	0.43	SS62d	GR	0.00	TR11d	SP	1.00
CU32dA	GR	0.91	SS05	SP	0.95	SS63d	GR	0.00			
CU33d	GR	0.09	SS06	SP	0.40	SS64d	GR	0.28			
CU34d	GR	0.00	SS07	SP	0.93	SS65d	GR	0.00			
FU01	SP	0.67	SS08	SP	0.96	SS66d	GR	0.31			
FU02	SP	0.36	SS09	SP	0.31	SS67d	GR	0.51			
FU04	SP	0.55	SS11	SP	0.67	SS68d	GR	0.51			
FU06	SP	0.49	SS12	SP	0.85	SS70d	GR	0.11			
FU07	SP	0.95	SS13	SP	0.00	SS71dA	GR	0.15			
FU08	SP	0.00	SS14	SP	0.57	SS72d	GR	0.28			
FU11 pilot	GR	0.63	SS15	SP	0.85	SS73d	GR	0.76			
FU12 pilot	GR	1.00	SS16	SP	0.99	SS74d	GR	0.37			
FU13 pilot	GR	0.00	SS17	SP	0.79	SS75d	GR	0.56			
FU14 pilot	GR	0.39	SS18	SP	0.79	SS76d	GR	0.27			
FU16 pilot	GR	0.61	SS19	SP	0.90	SS77d	GR	0.00			
FU17 pilot	GR	0.27	SS20d	SP	0.97	SS80 pilot	GR	0.92			
LC01	SP	0.73	SS21d	SP	0.90	SS81d 2	GR	0.96			
LC02	SP	0.91	SS22d	SP	0.94	SS82 pilot	GR	0.95			
LC03	SP	0.91	SS24d	GR	0.93	SS83 pilot	GR	0.93			

 Pozzi argillificati

Log	Cut-off
SP	0.7
GR	0.45

Tabella 2 – Valori di NTG medio calcolato ai pozzi e tipo di log utilizzato



Zona	Layer di modello	Porosità (%)	Swi (%)	NTG	OGWC (m TVDss)	Bg (m ³ /m _{sc} ³)
C2	Layer 1	0.245	0.222	da mappa	-1127	0.007297
	Layer 2					
	Layer 3					
	Layer 4					

Tabella 3 – Layering, proprietà di modello e parametri adottati per il calcolo del GOIP

Livello	Settore	Bulk volume (10 ⁶ m ³)	Net volume (10 ⁶ m ³)	Pore volume (10 ⁶ m ³)	GOIP (10 ⁶ m ³)
C2	Totale	227	153	37	3993
	La Coccetta	155	130	31	3389
	Cupello	72	23	6	604

Tabella 4 – Bulk volume, Net volume, Pore volume e GOIP statico del livello C2



FIGURE



Figura 1 – Ubicazione della Concessione Fiume Treste Stoccaggio

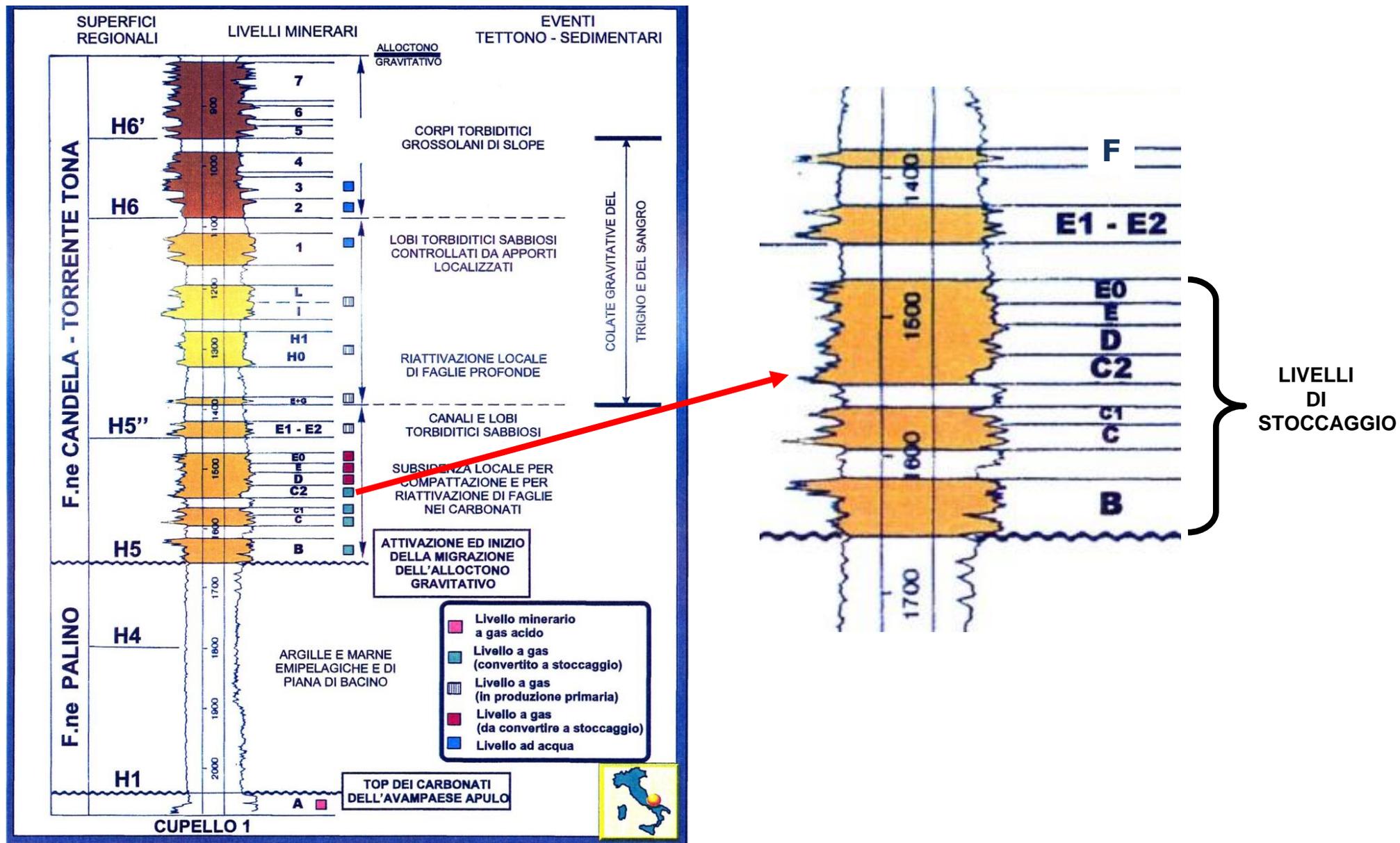


Figura 2 – Schema stratigrafico (da ENI-GIAC, 2000) e livelli di stoccaggio

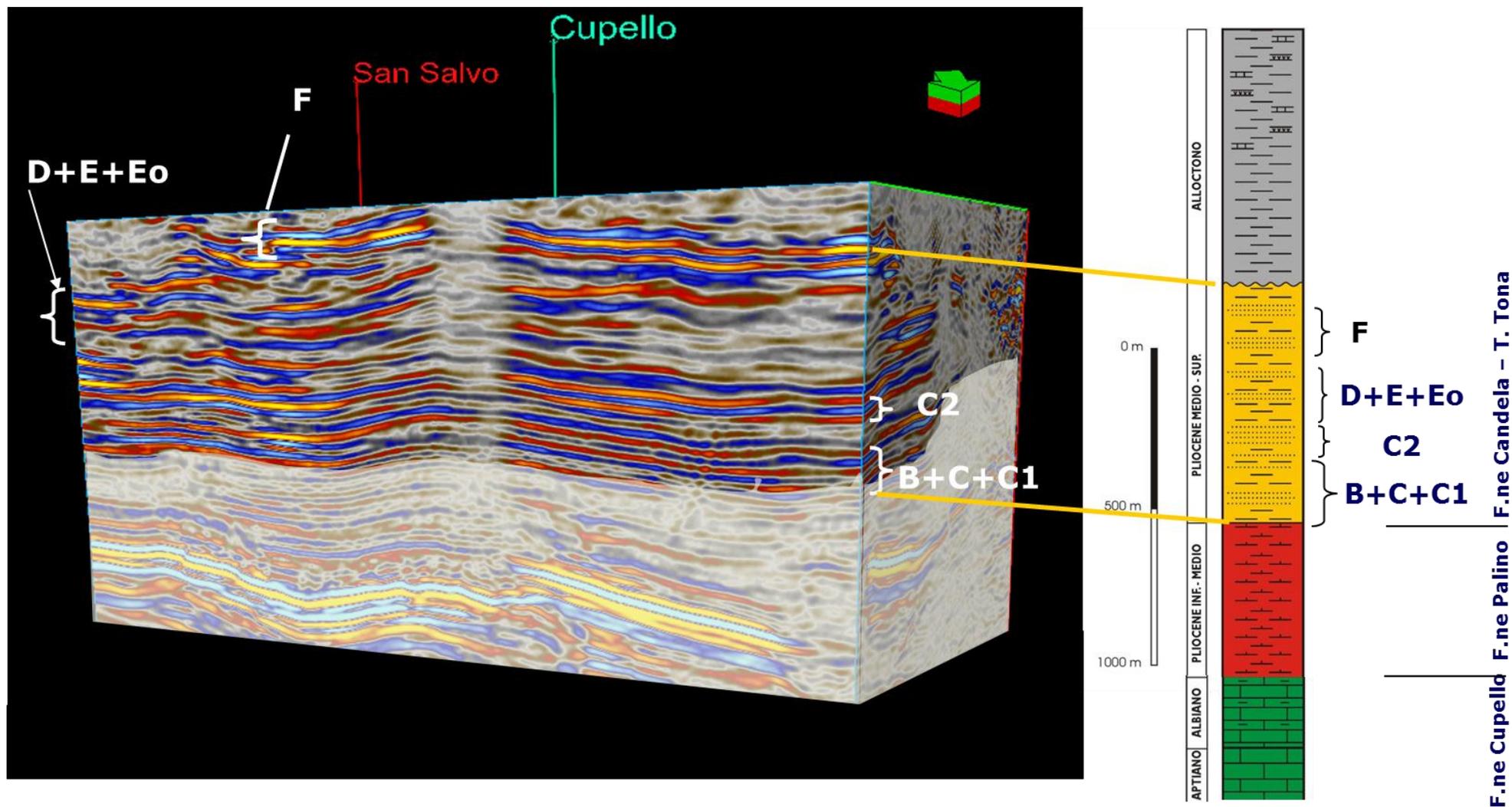


Figura 3 – Volume sismico del campo ed ubicazione dei livelli di stoccaggio

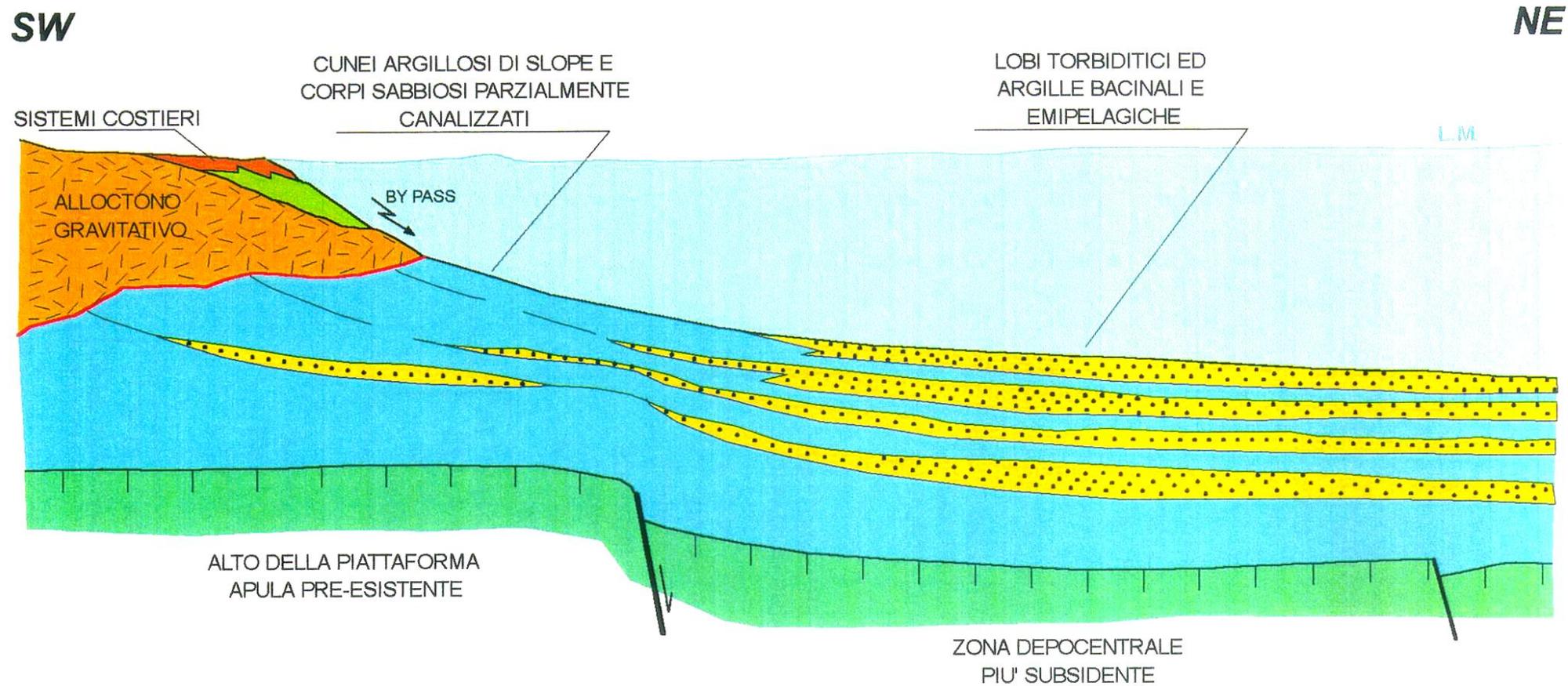


Figura 4 – Modello deposizionale schematico: genesi e modalità deposizionali degli apporti torbiditici

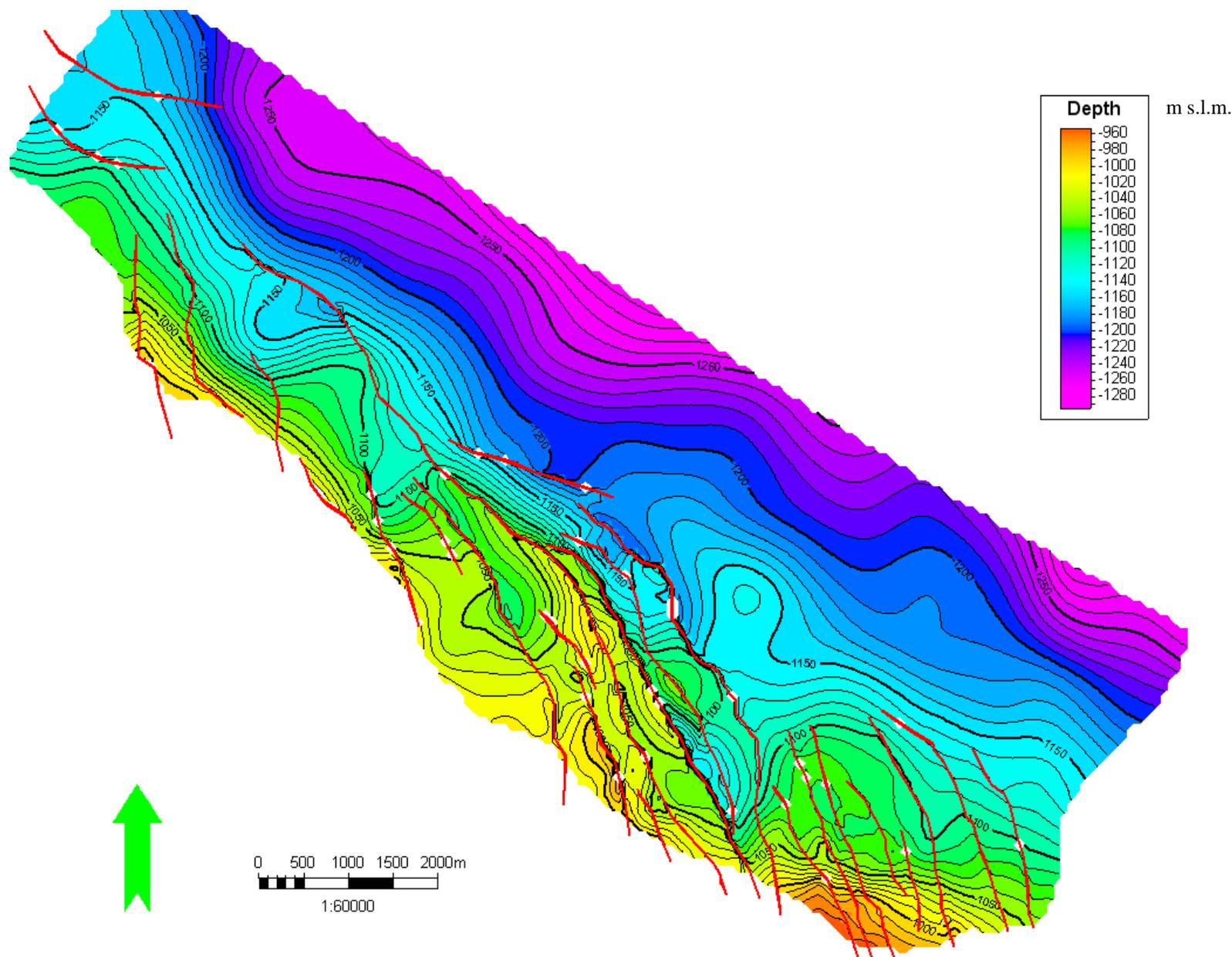
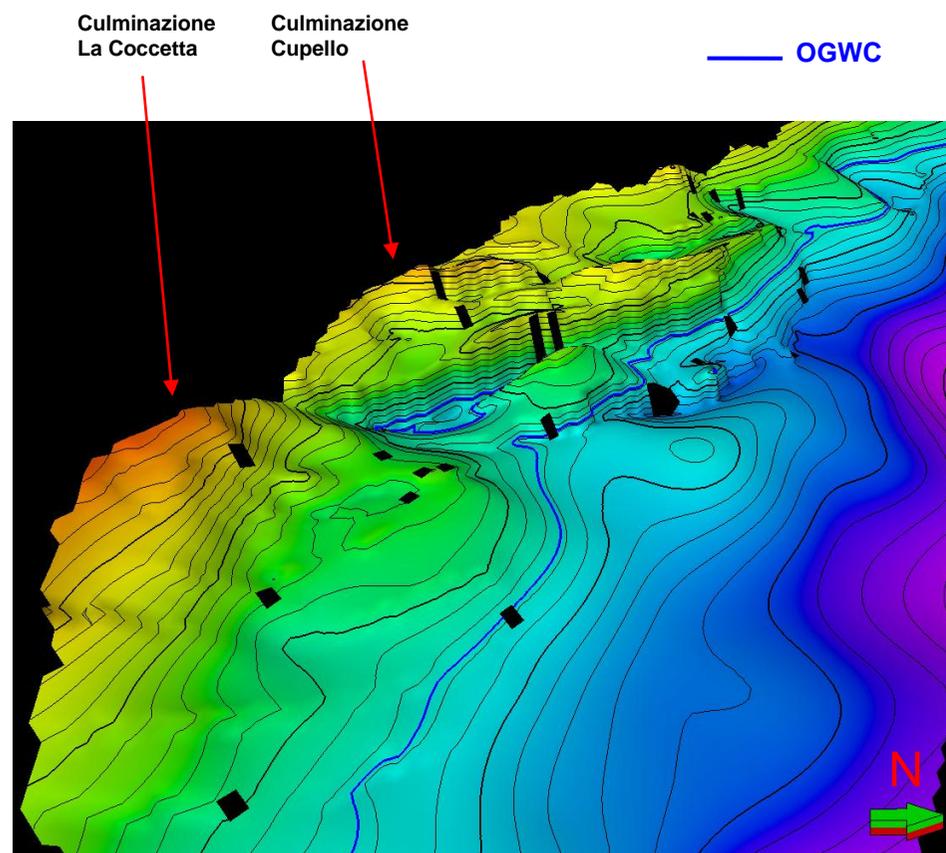
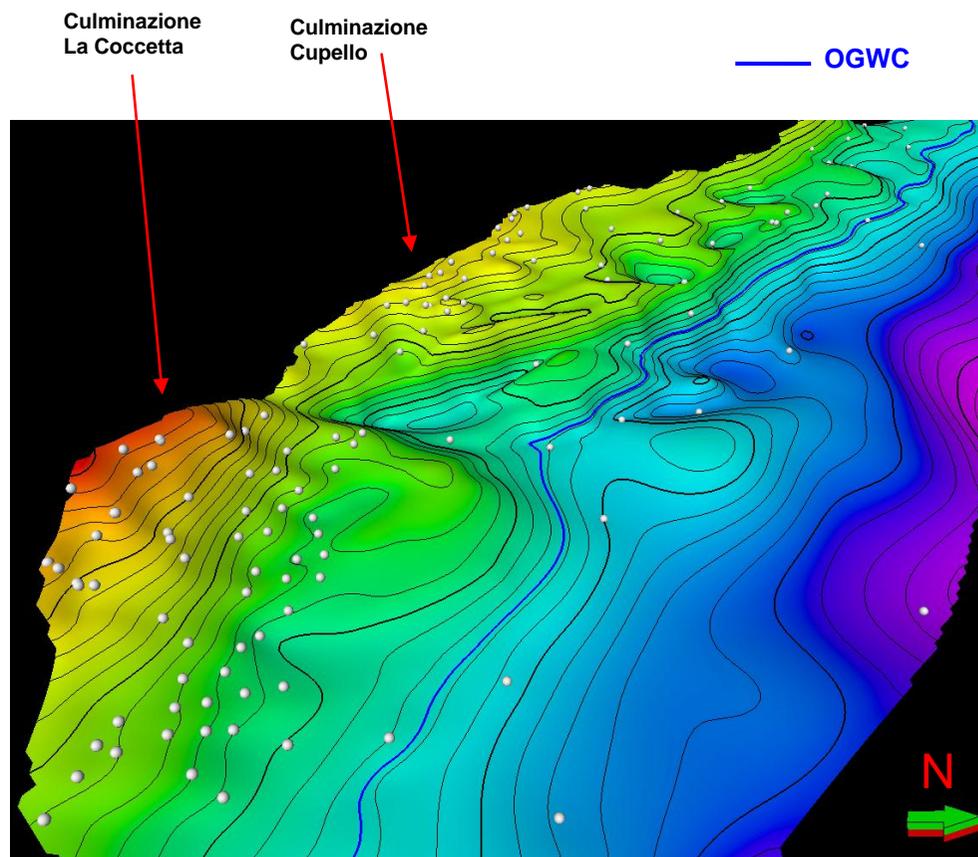


Figura 5 – Dati sismici di input: mappa del top strutturale del livello C2 e poligoni di faglia interpretati (da ENI E&P, 2006)



A) Mappa sismica del top livello C2 (da ENI E&P, 2006)



B) Mappa sismica del top livello C2 (da ENI E&P, 2006) assestata ai tagli stratigrafici

Figura 6 – Revisione della mappa sismica sulla base dei nuovi tagli stratigrafici

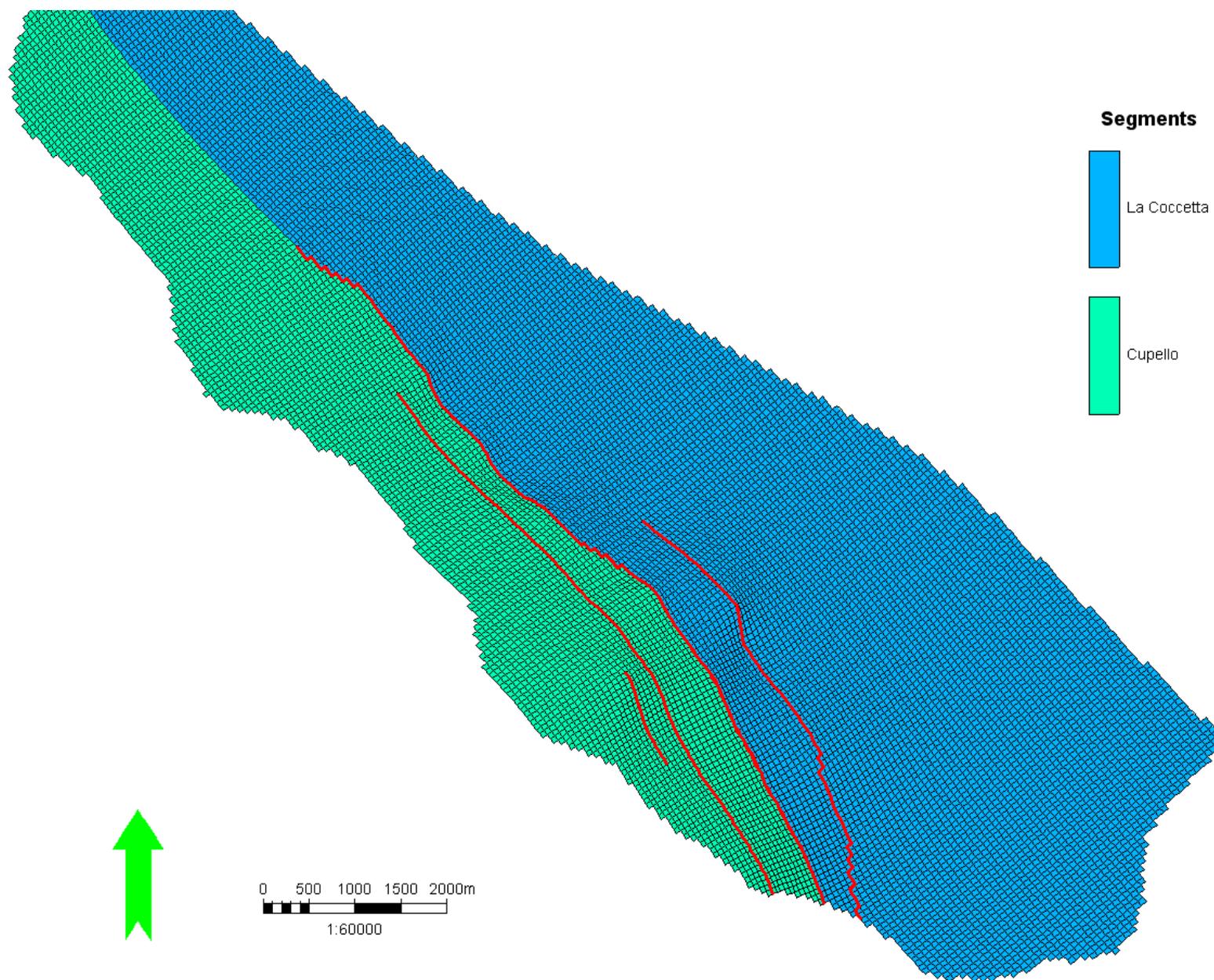


Figura 8 – Vista dall'alto del grid, suddiviso nei segmenti Cupello e La Coccetta: l'andamento delle celle segue il più possibile il modello di faglie adottato

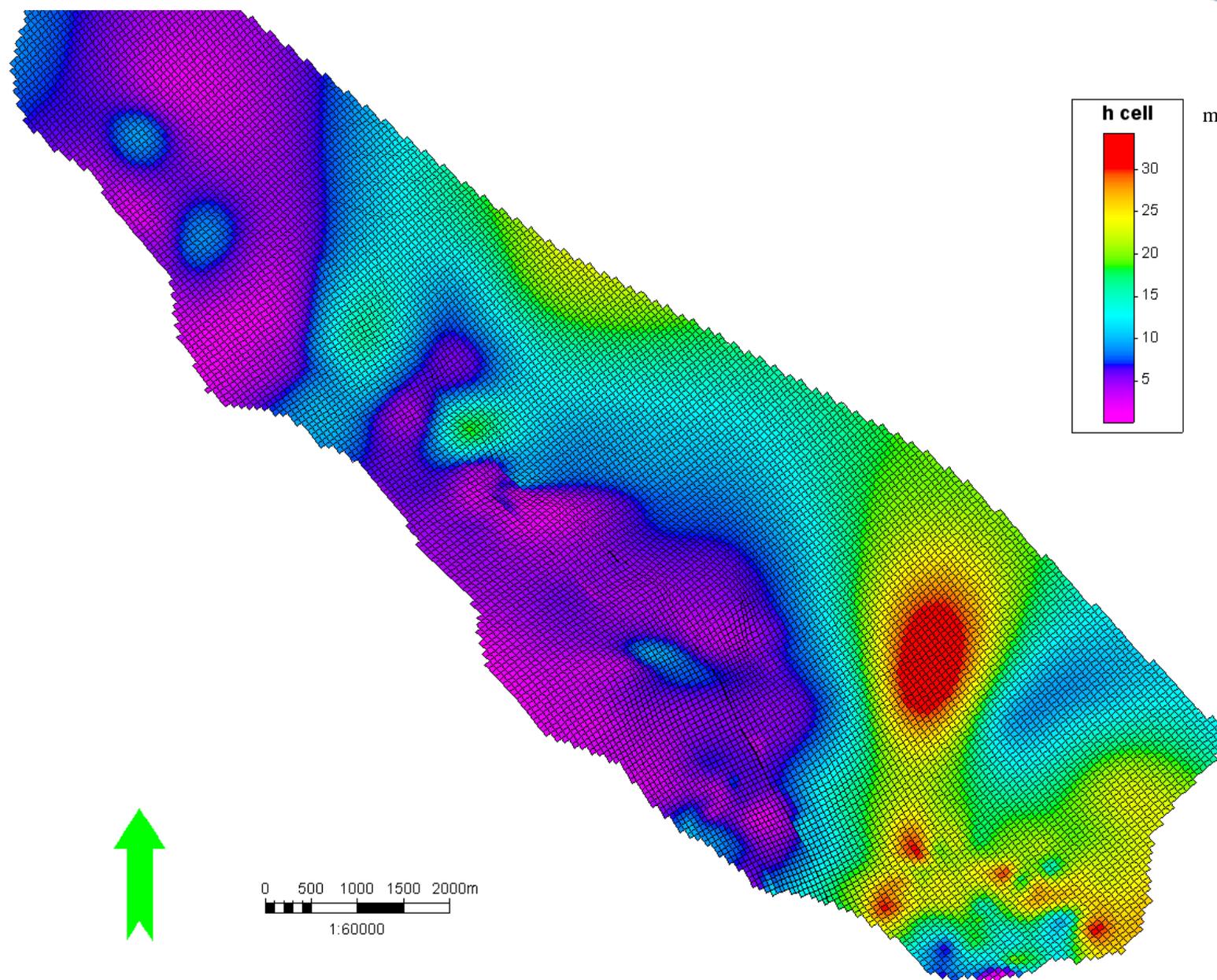


Figura 9 – Mappa degli spessori del livello C2

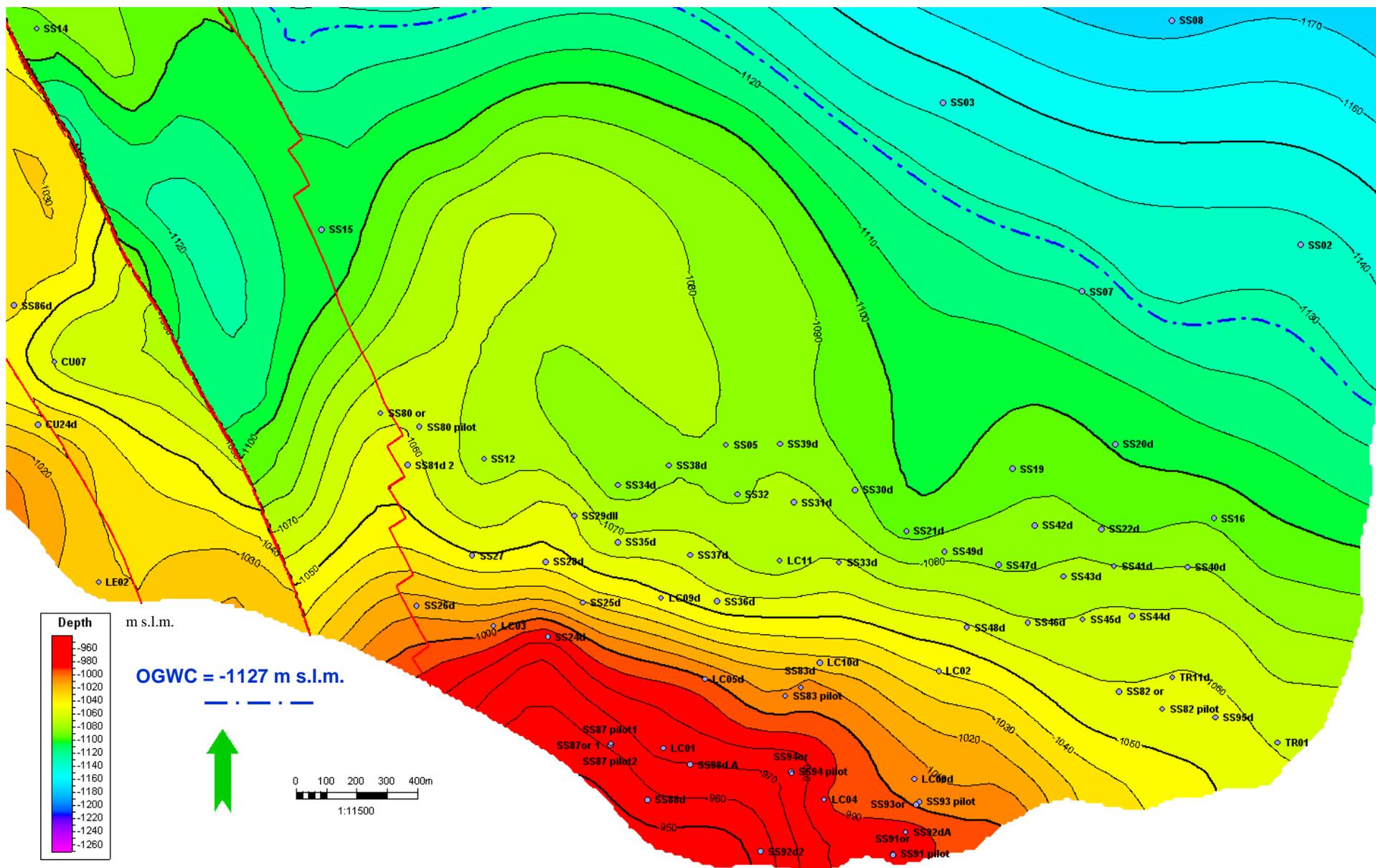


Figura 10 – Mappa del top livello C2: zoom sulla culminazione La Coccetta con gli entry point dei pozzi che hanno attraversato il livello

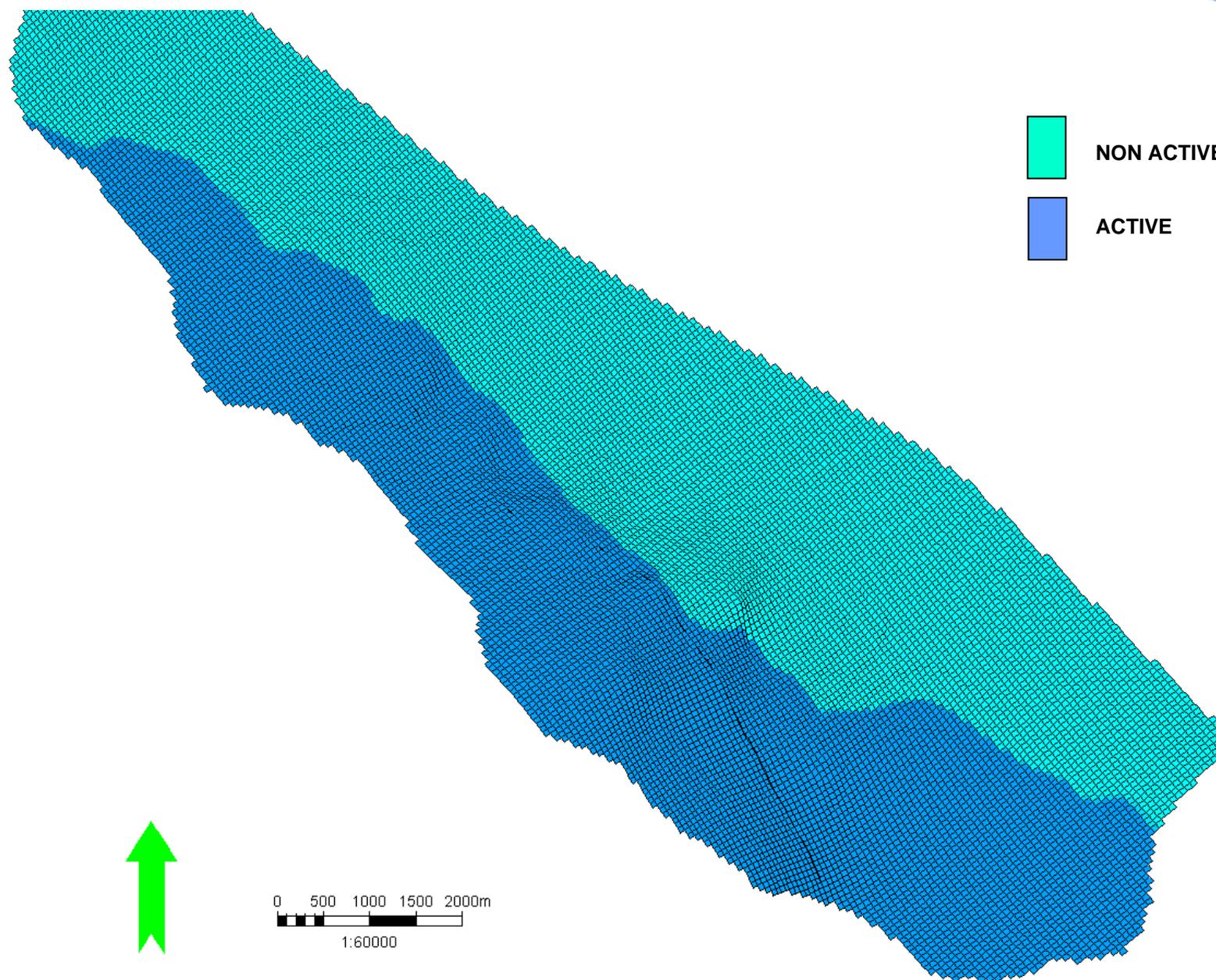


Figura 11 – Mappa di ACTNUM con disattivazione delle celle al di sotto dell'OGWC (-1127 m s.l.m.)

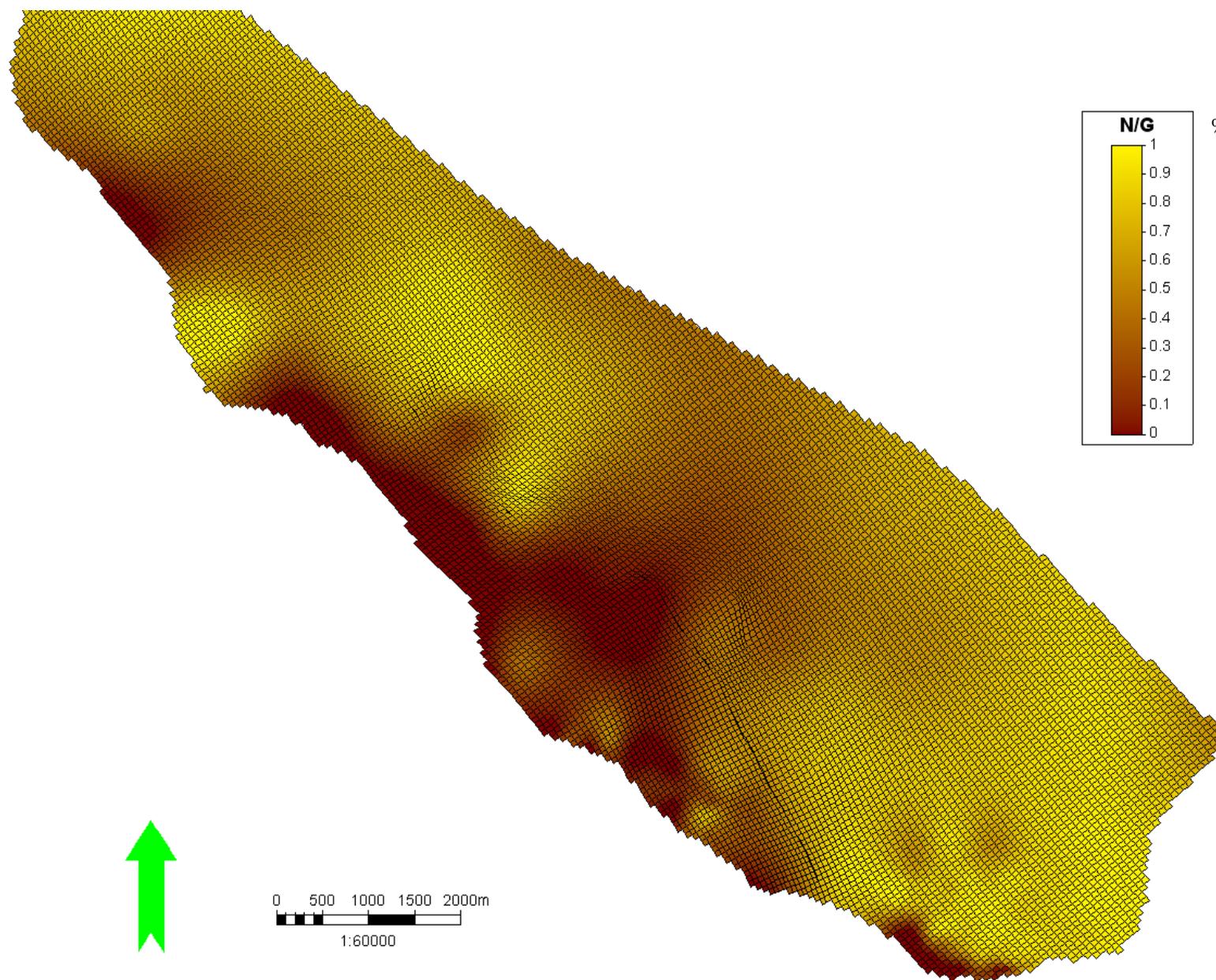
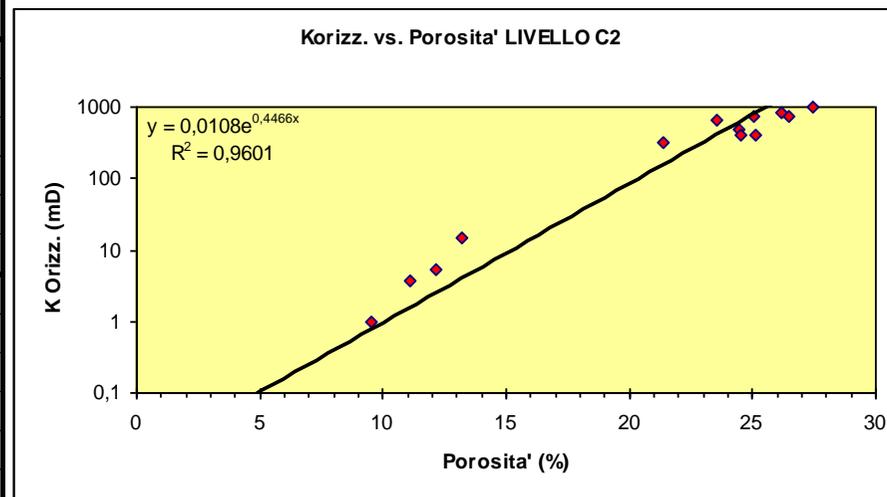


Figura 12 – Mappa della distribuzione del NTG del livello C2



STATISTICHE		
Porosita'	Media aritmetica	25,99
	Mediana	26,15
	Moda	30,97
	Deviazione Standard	1,77
	Minimo	21,39
	Massimo	30,97
K orizz.	Media aritmetica	1369,15
	Mediana	1196,46
	Moda	481,00
	Deviazione Standard	782,91
	Minimo	315,18
	Massimo	2867,83



STATISTICHE		
Porosita'	Media aritmetica	23,49
	Mediana	24,62
	Moda	17,97
	Deviazione Standard	3,72
	Minimo	12,13
	Massimo	27,50
Sat. in acqua	Media aritmetica	22,17
	Mediana	17,81
	Moda	43,32
	Deviazione Standard	12,37
	Minimo	8,87
	Massimo	67,42

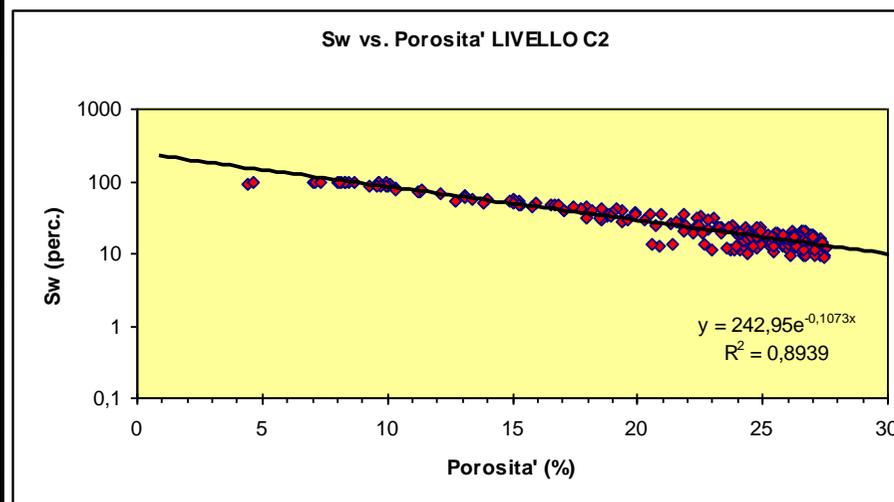


Figura 13 – Dati di carota prelevate ai pozzi San Salvo 24 dir e San Salvo 7 (sopra) e dati da CPI elaborati da log elettrici (sotto) (da ENI-GIAC, 2000)



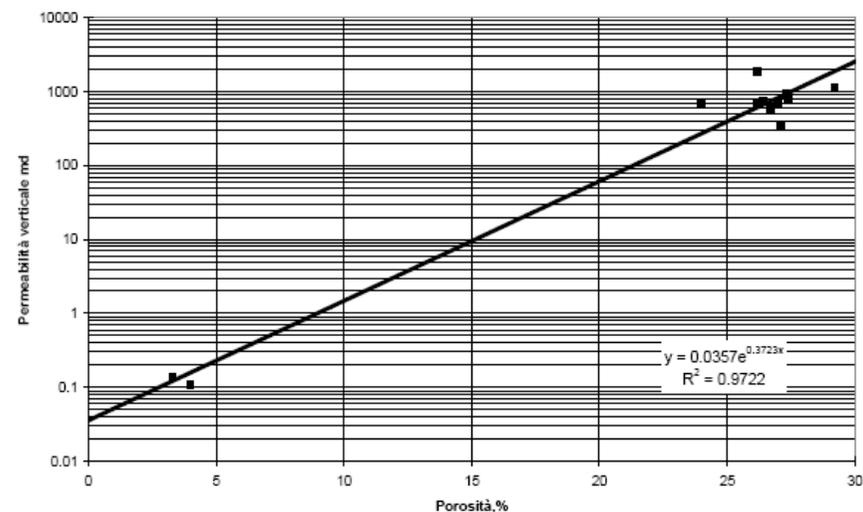
Carote di fondo del pozzo San Salvo 81 Dir - Foro 2

Carota n. 5

Campione	Profondità Perforatori	Porosità (plugs orizzontali)	Grain Density (plugs orizzontali)	Porosità (plugs verticali)	Grain Density (plugs verticali)	Permeabilità orizzontale	Permeabilità verticale
N.	m	%	g/cc			mD	mD
1	1170.25	26.5	2.669			587	
2	1170.25	26.4	2.670			693	
32	1170.25			26.2	2.665		707
33	1170.25			26.4	2.669		738
3	1171.07	28.0	2.656			548	
4	1171.32	26.4	2.660			734	
5	1171.32	26.3	2.651			788	
34	1171.32			27.4	2.660		782
35	1171.32			27.3	2.662		934
6	1172.15	26.8	2.654			716	
7	1172.15	25.8	2.656			219	
36	1172.15			26.7	2.656		588
37	1172.15			27.0	2.655		694
8	1172.89	27.0	2.653			610	
9	1172.89	27.1	2.649			649	
10	1173.4	27.7	2.661			840	
11	1173.4	26.4	2.663			352	
12	1173.6	26.2	2.654			274	
13	1173.6	26.9	2.662			344	
38	1173.6			27.1	2.657		331
15	1174.4	25.5	2.607			494	
16	1175.18	27.9	2.630			931	
17	1175.18	27.6	2.625			760	
39	1175.18			24 (*)	2.55 (*)		693
40	1175.18			29.2	2.647		1127
18	1175.45	23.4	2.666			382	
19	1176.08	3.0	2.676			0.08	
20	1176.08	2.6	2.677			0.07	
41	1176.08			3.3	2.680		0.14
42	1176.08			4.0	2.676		0.11
21	1176.32	27.3	2.627			1122	
22	1176.32	27.8	2.636			1227	
23	1176.82	26.4	2.646			1197	
24	1176.82	25.2	2.624			869	
43	1177.09			27.8	2.636		797
44	1177.09			27.2	2.27		1413
25	1177.4	25.9	2.637			1359	
26	1177.9	25 (*)	2.582 (*)			1031	
27	1177.9	23.7 (*)	2.576 (*)			676	
28	1178.23	23.7	2.629			917	
29	1178.23	24.4	2.642			677	
45	1178.23			26.2	2.634		1863
46	1178.23			26.6	2.630		-
30	1178.69	25.7	2.637			779	
31	1179.19	-	-			745	

*: porosità e grain density probabilmente sottostimate causa perdita grani

Pozzo San Salvo 81 Dir - Il Foro
Carota 5 Profondità Perforatori : 1170- 1182 m
Permeabilità verticale vs. porosità



Pozzo San Salvo 81 Dir - Il Foro
Carota 5 Profondità Perforatori : 1170- 1182 m
Permeabilità orizzontale vs. porosità

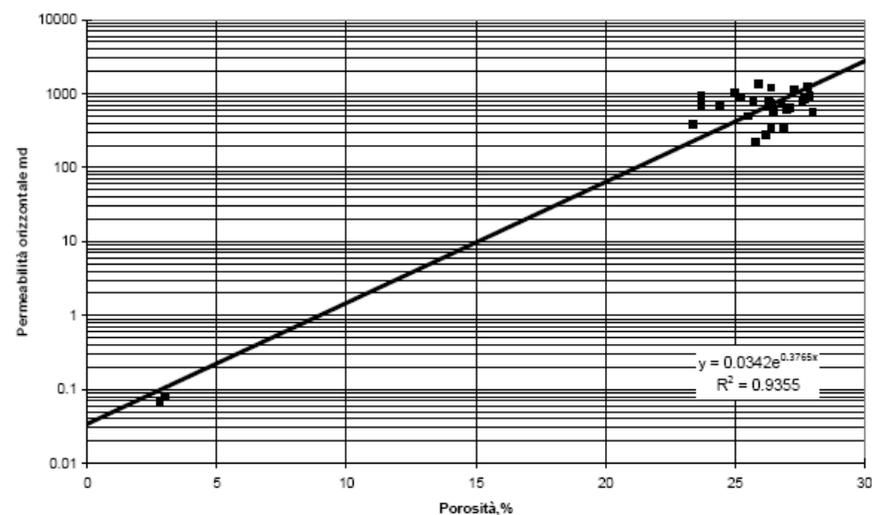


Figura 14 – Analisi di laboratorio eseguite sulla carota di fondo n. 5 prelevata nel pozzo San Salvo 81 dir



ALLEGATI

