



Relazione tecnica allegata all'Istanza di rinuncia del Permesso Zappolino, 2016

RELAZIONE TECNICA ALLEGATA ALL'ISTANZA DI RINUNCIA DEL PERMESSO DI RICERCA PER IDROCARBURI LIQUIDI E GASSOSI

ZAPPOLINO



Indice

1.	Ubicazione geografica	3
2.	Situazione legale.....	3
3.	Inquadramento geologico	6
3.1.	Principali unità stratigrafico-strutturali	7
3.2.	Inquadramento geologico dell'area del Permesso.....	9
4.	Petroleum system.....	13
4.1.	Roccia madre	14
4.2.	Reservoir.....	15
4.3.	Coperture.....	17
4.4.	Trappole.....	17
5.	Principali targets.....	17
6.	Dati disponibili.....	18
7.	Lavori effettuati nell'area del Permesso	20
8.	Conclusioni	21
9.	Bibliografia.....	21



1. Ubicazione geografica

Il Permesso Zappolino è ubicato in un'area compresa fra L'Appennino Settentrionale e la Pianura Padana, al confine fra le province di Modena e Bologna.

L'area si estende per 448,8 km² e confina a Ovest con la Concessione Spilamberto, col Permesso Sassuolo e Fiume Panaro (per cui è stata presentata istanza di rinuncia nel luglio 2014), a Sud con il Permesso Fiume Reno (per cui è stata presentata istanza di rinuncia nel luglio 2014) e a Nord ed Est con un'area libera (Figura 1).

2. Situazione legale

Di seguito sono riportate le principali fasi dell'iter burocratico del Permesso di ricerca Zappolino.

- In data **21.04.2006** la Società Edison S.p.A. ha presentato l'istanza di Permesso di ricerca di idrocarburi liquidi e gassosi denominato "Zappolino ", ricadente nelle province di Bologna e Modena, con estensione di 579,9 km²;
- In data **23.05.2006** la Società Edison S.p.A. ha presentato istanza di rettifica dell'area richiesta in Permesso di ricerca;
- In data **13.12.2006** il comitato Tecnico per gli Idrocarburi e la Geotermia ha espresso parere favorevole per all'accoglimento dell'istanza di rettifica sopracitata;
- In data **18.10.2007** Edison S.p.A. ha chiesto con una nota (prot. n. 17310) alla Regione Emilia Romagna il provvedimento di valutazione di impatto ambientale;
- In data **22.09.2008**, con una nota (prot. n. 0020203) del Ministero dello Sviluppo Economico è stato richiesto alla Soprintendenza per i beni archeologici dell'Emilia Romagna e alla Soprintendenza per i beni architettonici e per il paesaggio per le province di Bologna, Modena e Reggio Emilia di far pervenire le proprie determinazioni in merito al rilascio del titolo, ai sensi dell'art. 14, comma 2, della legge n. 241/1990;
- In data **19.11.2008**, la Soprintendenza pei i Beni Archeologici dell'Emilia Romagna ha espresso la necessità di una verifica preventiva per l'impatto archeologico (nota-prot. n. 13144);
- In data **04.03.2009**, il Ministero dello Sviluppo Economico, previa acquisizione dei parere delle Soprintendenze competenti, ha chiesto alla Direzione Regionale per i Beni culturali e paesaggistici dell'Emilia Romagna di esprimere un parere unitario (nota-prot. n. 0026912);
- In data **04.03.2010**, la Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia Romagna ha precisato che le attività inerenti alla verifica preventiva dell'impatto archeologico dovranno essere attuate nelle aree che saranno individuate per procedere alla perforazione e alla



predisposizione delle postazioni dei cantieri, autorizzando ricerche che non modifichino l'assetto territoriale (nota- prot.n. 2453);

- In data **24.05.2010**, la Giunta della Regione Emilia Romagna giudica l'istanza di Permesso compatibile dal punto di vista ambientale, a certe prescrizioni (delibera- prot. n. 597/2010);
- In data **08.06.2010**, la Giunta della Regione Emilia Romagna esprime l'intesa della Regione per il Permesso di ricerca Zappolino;
- In data **28 .09.2010** il Ministero dello Sviluppo Economico ha trasmesso il conferimento del Permesso di ricerca idrocarburi alle Autorità regionali;
- L'istanza è stata pubblicata sul BUIG n. 10, anno LIV, il **31.10.2010**;
- In data **08.09.2011**, la Società Edison S.p.A. ha presentato istanza di differimento del termine inizio lavori geofisici di 12 mesi, a causa del ritardo nell'iter burocratico di vendita delle linee sismiche da parte della società ENI;
- In data **24.01.2012**, il Ministero dello Sviluppo Economico, con parere favorevole dell'U.N.M.I.G. di Bologna, accoglie la proroga al 30.03.2012 dell'inizio lavori geofisici;
- In data **06.03.2012**, Edison S.p.A. stipula un contratto di concessione della licenza d'uso non esclusiva dei dati sismici relativi al Titolo minerario con la società ENI S.p.A.;
- In data **27.03.2012** Edison S.p.A. presenta istanza per il riconoscimento dell'obbligo di inizio dei lavori geofisici in data 22.03.2012 al Ministero dello Sviluppo Economico;
- In data **15.05.2012** Edison S.p.A. reitera l' istanza per il riconoscimento dell'obbligo di inizio dei lavori geofisici al Ministero dello Sviluppo Economico;
- In data **16.06.2012** il Ministero dello Sviluppo Economico riconosce come data di inizio dei lavori geofisici il **22.03.2012** con la rielaborazione della linea simica BO371-91-V;

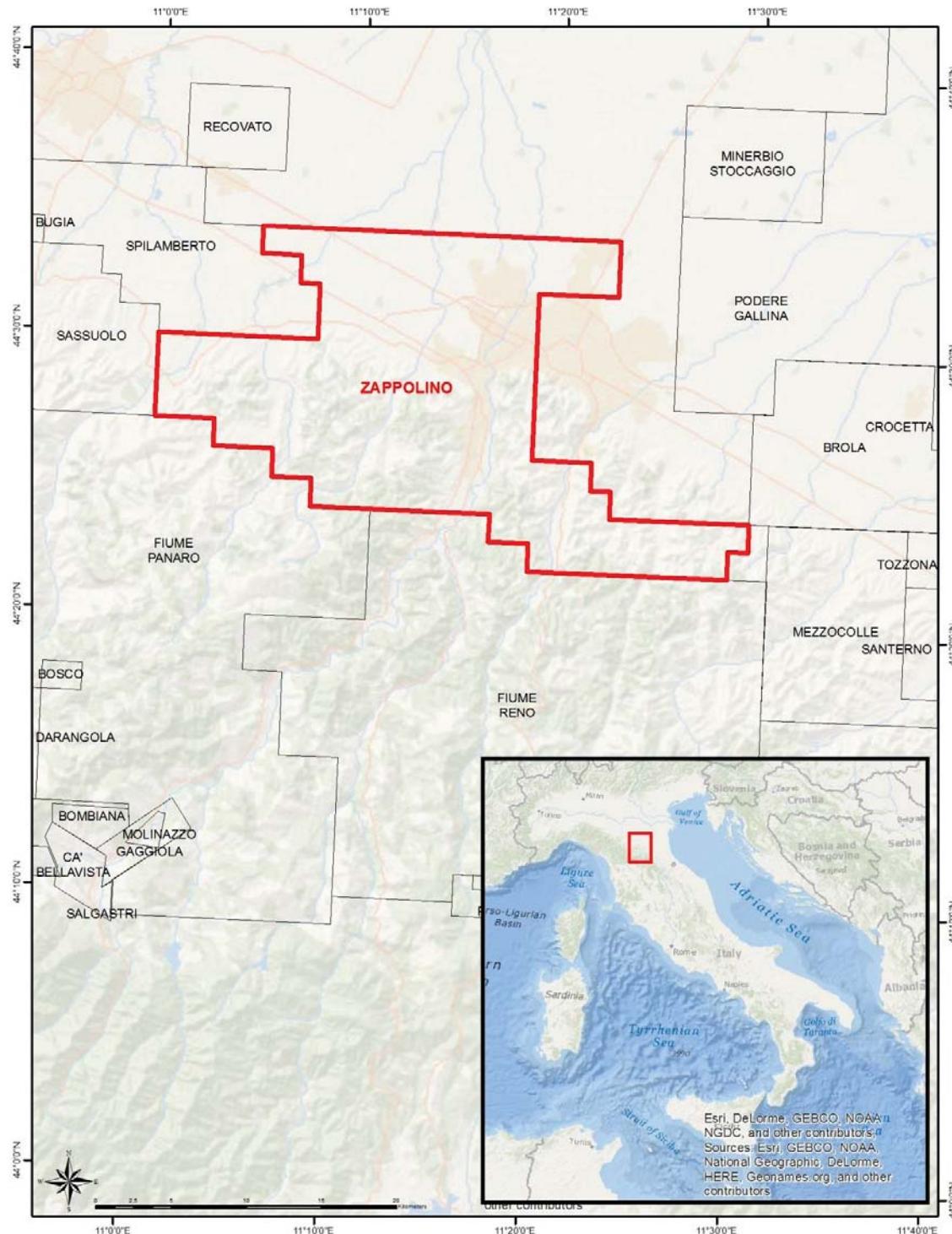


Figura 1: Carta geografica indicante l'ubicazione del Permesso Zappolino (poligono rosso). In nero sono indicati i confini dei Titoli limitrofi.

3. Inquadramento geologico

Il Permesso esplorativo Zappolino è situato nella parte esterna della catena appenninica settentrionale (Figura 2), formatasi in seguito alla convergenza fra la Placca Adriatica e il blocco Sardo-CORSO a partire dall'Oligocene inferiore fino al Pleistocene.

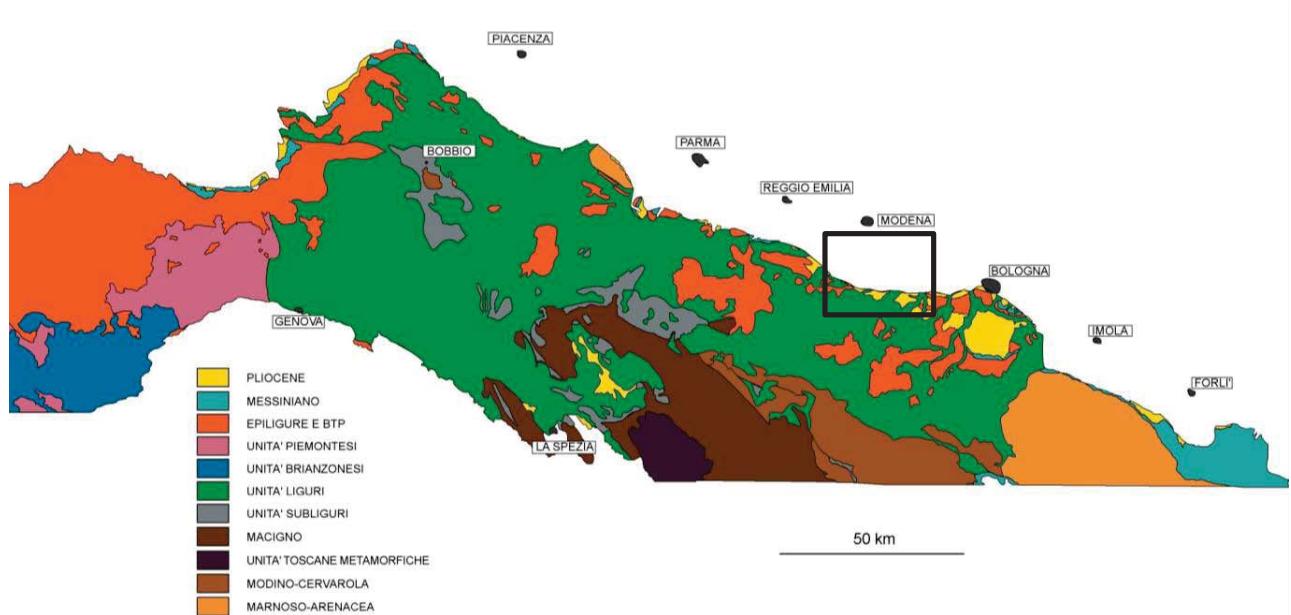


Figura 2: Mappa tettonica dell'Appenino settentrionale. Il rettangolo nero evidenzia la zona del Permesso Zappolino.

L'orogenesi appenninica si colloca in un quadro regionale già precedentemente interessato dalla tettonica compressiva Eo e Meso-Alpina che, dal Cretaceo superiore fino all'Eocene medio, ha portato alla chiusura dell'oceano Ligure-Piemontese e alla formazione del cuneo di accrescione alpino con vergenza europea (Figura 3).

L'Appennino Settentrionale è una *thrust and fold belt* con strutture a vergenza nord-orientale costituite prevalentemente da successioni bacinali appartenenti alle Unità Liguri e Subliguri. La migrazione del fronte compressivo verso Est ha portato tali successioni a sovrascorrere sui depositi di avanfossa oligo-miocenici, successivamente coinvolti dal *thrusting* nelle fasi più recenti dell'orogenesi.

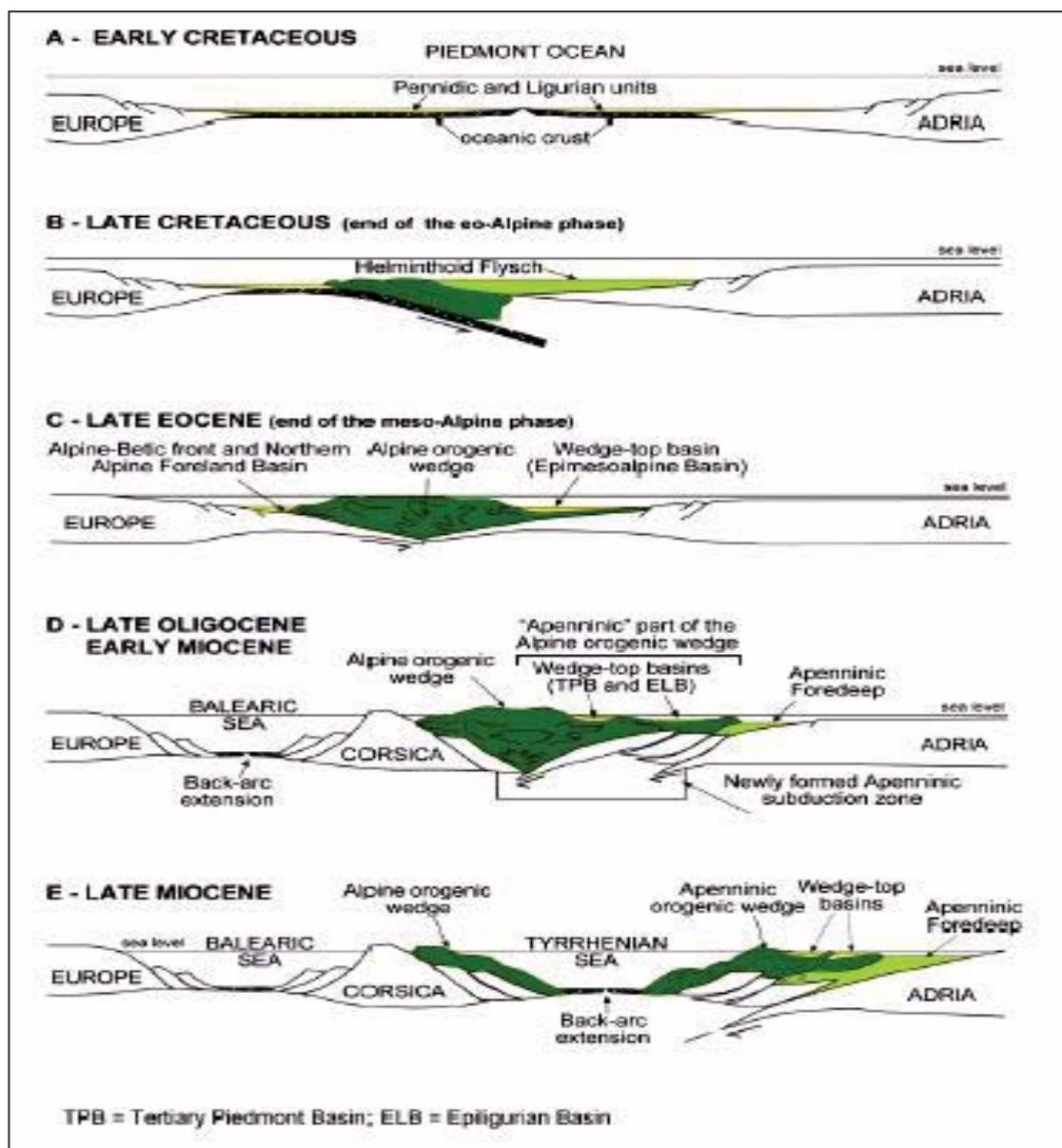


Figura 3: Schema di evoluzione tettonica del sistema Alpino-Appenninico [modificato da Elter & Marroni, 1991]

3.1. Principali unità stratigrafico-strutturali

Le unità tettoniche che compongono l'Appennino Settentrionale (Figura 4) possono essere suddivise in due gruppi: unità alloctone (**Liguri e Subliguri**) e unità autoctone (**Toscane e Umbro-Marchigiane**).

Le **Unità Liguri e Subliguri** sono costituite da depositi appartenenti al dominio oceanico Ligure-Piemontese. Durante l'orogenesi Eo e Meso-Alpina, queste unità sono state coinvolte nella



deformazione fino a costituire l'ossatura del prisma di accrezione alpino con vergenza europea. Solo a partire dall'Oligocene, fino al Miocene superiore, le stesse unità sono state interessate dalla tettonica appenninica.

Le Unità Liguri sono suddivise in base alla loro posizione strutturale in Unità Liguri Interne e Unità Liguri Esterne.

Le Unità Liguri Interne sono costituite da rocce con caratteristiche oceaniche (ofioliti "in situ" alla base della successione sedimentaria).

Le Unità Liguri Esterne sono unità tettoniche che contengono clasti ofiolitici, in forma di olistoliti o di componenti detritici all'interno delle rocce clastiche (arenarie e conglomerati); queste unità sono generalmente costituite dai Flysch ad Elmintoidi e dai loro "Complessi di base" (formazioni clastiche a dominante argillosa). Questi ultimi rappresentano rocce sedimentate e deformate durante le fasi Eo-Alpine, sopra le quali si depongono in discordanza i Flysch ad Elmintoidi, che saranno deformati a partire dalle fasi Meso-Alpine.

Le Unità Subliguri, sono unità che si trovano alla base dell'alloctono, depositatesi originariamente tra il dominio Ligure e la Placca Adriatica. Sono prevalentemente costituite da Flysch calcarei eocenici e dai loro complessi di base.

Le Unità Liguri Interne ed Esterne, con l'interposizione delle Unità Subliguri, rappresentano le falde tettonicamente superiori alle unità "autoctone" Toscane e Umbro-Marchigiane. Sulle Unità Liguri poggiano in discordanza le Unità Epiliguri, che costituiscono il riempimento dei bacini di *wedge-top* formatisi tra la fase Meso-Alpina ed il Messiniano.

Le **Unità Toscane e Umbro-marchigiane** comprendono i sedimenti depositi nei bacini di avanfossa appenninici e i loro substrati. Tali successioni hanno un'età compresa tra il Paleozoico e il Miocene e sono stati inclusi nel prisma di accrezione appenninico in seguito all'avanzare del fronte di deformazione. Tradizionalmente, nella catena affiorante vengono distinte tre unità strutturali che si ritiene corrispondano ad altrettanti bacini di avanfossa: Macigno (Oligocene superiore-Miocene inferiore), Bobbio-Cervarola (Miocene inferiore) e Marnoso-Arenacea (Miocene medio e superiore).

Le **unità di avanfossa plio-pleistoceniche**, non fanno parte della catena affiorante, ma sono situate nel sottosuolo della Pianura Padana, parzialmente sepolte dalle unità di avanfossa deformate in precedenza.

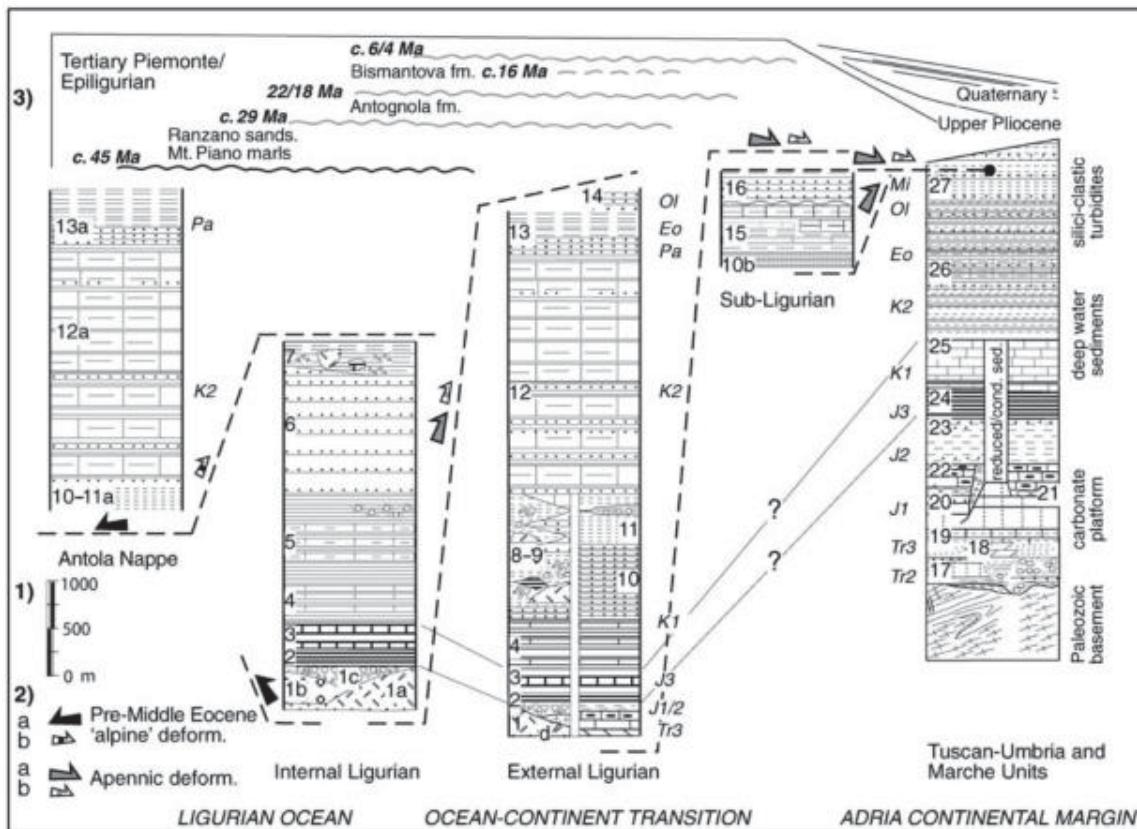


Figura 4: Rappresentazione schematica delle principali unità tettoniche che costituiscono l'Appennino Settentrionale. (1) basamento ophiolitico: (1a) mantello serpentinitico, (1b) gabbri, (1c) basalti, (1d) graniti continentali (nelle Liguri Esterne); (2) selce; (3) Calcaria a Calpionella; (4) Argille a Palombini; (5) scisti della Val Lavagna; (6) Arenarie del Gottero; scisti di Bocco/Colli Tavarone; (8-9) Arenarie e Melange di Casanova; (10) arenarie di Ostia/Scabiazzza; (11) Argille Varicolori alternati ai Conglomerati di Salti del Diavolo, (11 a) argille di Montoggiò; (12) Flysch ad Elmintoidi, (12 a) Flysch dell'Antola; (13) Argille di Viano/Sirniano, (13a) Argille di Pagliaro; (14) Formazione di Val Sporzana; (15) Formazione Canetolo (argille e calcari), Flysch del Groppo del Vescovo e Vico; (16) arenarie di Aveto/Petrignola/Bratica e marne di Coli/Mara; (17) 'Verrucano' continentale e depositi marini trasgressivi sulle unità Erciniche e post-Erciniche; (18) evaporiti e dolomiti; (19) marne e calcari a Rheatavicula contorta; (20) Calcare Massiccio; (21) Rosso Ammonitico; (22) calcare con selce; (23) Marne a Posidonia; (24) Selce; (25) Maiolica, (26) Scaglia Toscana, Scisti a Fuocidi, Scaglia Umbra e Bisciaro; (27) torbiditi siliciclastiche (Macigno, Pseudo Macigno, Cervarola, Marnoso Arenacea, Laga).

3.2. Inquadramento geologico dell'area del Permesso

Il Permesso Zappolino si colloca nella zona esterna dell'Appennino Settentrionale e comprende le unità Liguri e Subliguri sulle quali, in discordanza, si trovano le successioni Epilguri che costituiscono il riempimento dei bacini di *wedge-top*. Nella zona più esterna, i depositi terrigeni di avanfossa vengono progressivamente incorporati nella catena fino ad essere paraconformi con i depositi pliocenici nella zona più esterna dell'avampaese non interessata dalla tettonica compressiva.

Le unità stratigrafico-strutturali che ricadono nel Permesso Zappolino sono:



Falda Toscana, Avanfossa oligo-miocenica, Unità Modino-Ventasso e Unità Porretta, Unità Subliguridi, Unità Sporno-Carpegna, Unità inferiore del Flysch ad Elmintoidi, Unità ofiolitiche, Unità media del Val Taro, Unità superiore del Flysch ad Elmintoidi, successione Epiligure, successione post-fase intramessiniana, successione plio-pleistocenica.

Falda Toscana.

Occupava la posizione strutturalmente inferiore dell'intero edificio appenninico e affiora nel settore occidentale. I sedimenti che la costituiscono sono di età compresa fra il Triassico e l'Aquitiano. La successione mesozoica e paleogenica (fino al Rupeliano) è essenzialmente costituita da depositi di margine passivo ad affinità subalpina, dai calcari a *Rhaetavicula contorta* (Retico) alle Marne a Posidonia (Toarciano-Calloviano), passando per il Calcare Massiccio, i Calcari ad Angulati, il Rosso Ammonitico e il Calcare Selcifero di Limano. Il Calloviano superiore vede la deposizione dei Diaspri, seguita da quella della Maiolica, che termina alla fine del Barremiano. La Scaglia domina la sedimentazione fino al tardo Rupeliano per poi essere sostituita dai depositi di avanfossa delle Marne di Rodaggio, e successivamente dalle torbiditi del Macigno (Rupeliano superiore-Aquitiano inferiore).

Avanfossa oligo-miocenica

Può essere suddivisa in tre unità principali: Falterona, Acquerino, Cervarola-Marnoso-Arenacea. Le unità succitate sono costituite da depositi generalmente associati alla migrazione dell'avanfossa da Sud-Ovest a Nord-Est. Con ciò si comprendono anche sedimenti che non sono tipici di quest'ambiente deposizionale, ma che comunque rappresentano equivalenti temporali e stratigrafici delle torbiditi vere e proprie. Si ha quindi a che fare con sedimenti depositatisi in paleoambienti diversi (dai bacini di *wedge-top*, alla scarpata, all'avanfossa, alle rampe più distali) a loro volta in continua evoluzione, dal Rupeliano al Messiniano inferiore.

Unità Modino-Ventasso e Unità Porretta

Vengono generalmente attribuite ad un dominio d'avanfossa, anche se permangono differenze nella loro evoluzione stratigrafica e deposizionale.

L'Unità Modino-Ventasso è rappresentata da una successione che secondo alcuni studi poggia su micaschisti e anfiboliti ercinali e va da sedimenti di margine passivo del Triassico medio (Calcare Cavernoso) alle torbiditi dell'Aquitiano inferiore (Arenarie di M. Modino), passando per le fasi di convergenza alpina di Argille a Palombini e sedimenti flyschoidi *sensu lato* (Cretaceo inferiore-Eocene inferiore).



L'Unità Porretta è costituita da sedimenti tipo "Argille Varicolori" (Cretaceo inferiore-Eocene inferiore), seguiti da probabili sedimenti di scarpata (brecce e argilliti aquitaniane e burdigaliane) e infine dai depositi torbiditici delle Arenarie di Suviana (Burdigaliano-Langhiano).

Unità Subliguri

Le unità Subliguri affiorano sporadicamente nell'area del Permesso (Val Samoggia). Questi sedimenti si depositarono sul margine assottigliato della placca Adriatica e successivamente coinvolti dalla tettonica appenninica. La loro scarsa preservazione deriva dal fatto che sono strutturalmente collocate alla base del complesso alloctono. Comprendono in genere un intervallo temporale che va dal Cretaceo superiore al Miocene inferiore.

Unità Sporno-Carpegna

Si tratta di un'unità che può presentare, alla base, Argille a Palombini, seguite da una sedimentazione torbiditica iniziata nel Campaniano-Maastrichtiano (Pietraforte) e terminata con i flysch calcarei terziari esterni (Alberese).

Unità inferiore dei Flysch ad Elmintoidi

A questa unità strutturale sono attribuiti i Flysch ad Elmintoidi del Cretaceo superiore che nei settori emiliano e ligure-tirrenico occupano una posizione profonda all'interno dell'edificio meso-alpino, immediatamente al di sopra delle Unità Subliguri e/o delle unità terziarie esterne quali l'Unità Sporno-Carpegna.

Nel settore occidentale dell'Appennino Settentrionale, i flysch cretacei (Orocco, Cassio, Caio, Solignano, Bettola, Montevenere, ecc.) presentano i rispettivi Complessi di Base (argilliti, olistostromi a clasti ofiolitici, slump, debris flow) di età Santoniano-Campaniano. Nell'Appennino bolognese, invece, il flysch del Campaniano-Maastrichtiano (equivalente al Montevenere) è generalmente scollato alla base e seguito da deposizione torbiditica anche durante il Paleocene (Formazione di Monghidoro).

Unità ofiolitiche

Queste unità si rinvengono in affioramento fino alla Linea del Sillaro. Nel settore orientale non si riscontrano sequenze ofiolitiche classiche, ma solo depositi che testimoniano un loro rimaneggiamento: sono cioè costituite da depositi di *mass flow* e flussi gravitativi, nonché da sedimenti torbiditici. I clasti di questi depositi possono essere ofiolitici, granitoidi, provenire da diaspri, Argille a Palombini e Calcari a Calpionelle.



Unità Media Val Taro

Nel settore orientale occupa una posizione strutturale intermedia tra le due unità dei Flysch ad Elmintoidi. Sempre in quest'area, sono presenti depositi che vanno dalle Argille a Palombini (Hauteriviano-Turoniano) alle Arenarie di Scabiazzza (Turoniano-Campaniano) con Argille Varicolori al tetto (Campaniano).

Unità superiore dei Flysch ad Elmintoidi

I suoi affioramenti più orientali sono ubicati nell'Appennino modenese, non troppo distanti dall'area del Permesso.

Appartengono a quest'unità i flysch del Campaniano superiore-Maastrichtiano che occupano una posizione strutturale più elevata nell'impilamento delle falde liguri (Cassio, Antola). Nel settore più orientale di affioramento, alla base del flysch si riscontrano Argille Varicolori, mentre al di sopra sono presenti argilliti, siltiti, arenarie fini e calcilutiti (Argille di Viano, Maastrichtiano-Paleocene superiore) che testimoniano la fine della deposizione torbiditica in questo settore del bacino.

Successione Epiligure

La Successione Epiligure si è depositata al di sopra delle coltri liguri dopo la fase tettonica meso-alpina, dal Luteziano-Bartoniano all' Aquitaniano (in accordo con la Carta geologico-strutturale dell'Appennino emiliano-romagnolo, scala 1:250000 redatta nel 2002). Generalmente vengono considerati come sedimenti epiliguri anche quelli depositatisi tra Aquitaniano e Messiniano, prima della fase tettonica intramessiniana. Per semplicità si seguirà questa seconda interpretazione. Questi sedimenti si depositavano alle spalle del fronte tettonico in avanzamento, in bacini relativamente piccoli e differenziati.

Successione post fase intramessiniana

Questa unità presenta alla base la Formazione Gessoso-solfifera, corrispondente al basso eustatico registrato in tutto il Mediterraneo. Successivamente ed in parte contemporaneamente, gli stessi gessi vengono rimaneggiati in depositi gravitativi. Al di sopra di questi sedimenti si sviluppano facies di mare poco profondo interdigitate a calcari micritici ("colombacci").

Successione plio-pleistocenica

Le Argille Azzurre testimoniano la trasgressione post-messiniana, mentre le condizioni paleoambientali rimangono generalmente stabili per tutto il Pliocene; localmente si assiste alla costituzione di sistemi arenacei più o meno sviluppati.

Nel Pleistocene medio si depositano le Sabbie Gialle di Imola, comprendenti depositi marini di margine e continentali. In catena si ha lo sviluppo di bacini alluvionali intramontani.

4. Petroleum system

Il petroleum system dell'area è provato, data la presenza di campi (Figura 5) e di manifestazioni di idrocarburi in pozzo e superficiali.



Figura 5: Mappa geografica indicante la posizione dei principali campi nell'area dell'Appennino Emiliano-Romagnolo.

Le emanazioni spontanee di idrocarburi, soprattutto gassosi, sono dovute alla presenza di materia organica a bassa profondità.

Tali manifestazioni sembrano essere distribuite principalmente secondo due allineamenti (Figure 6) orientati in senso appenninico (NO-SE): il più interno, parallelo al crinale appenninico, comprende le zone di Bobbio (Val Trebbia), di Bardi, Corniglio, Sestola e Porretta Terme (Valle del Reno); il più esterno corrisponde ad una fascia pedemontana larga ca. 15 km, passante per le zone di Rivergaro (Val Trebbia), Salsomaggiore, Fornovo Taro, Traversetolo, Sassuolo e Sasso Marconi.

Lungo l'allineamento interno, corrispondente, secondo alcuni Autori, approssimativamente al fronte tettonico sepolto delle unità strutturali del Dominio Toscano (Unità Macigno-Modino-Cervarola), le manifestazioni sono costituite essenzialmente da emanazioni di metano mentre nella fascia pedemontana sono rappresentati tutti i tipi di manifestazioni superficiali di idrocarburi.

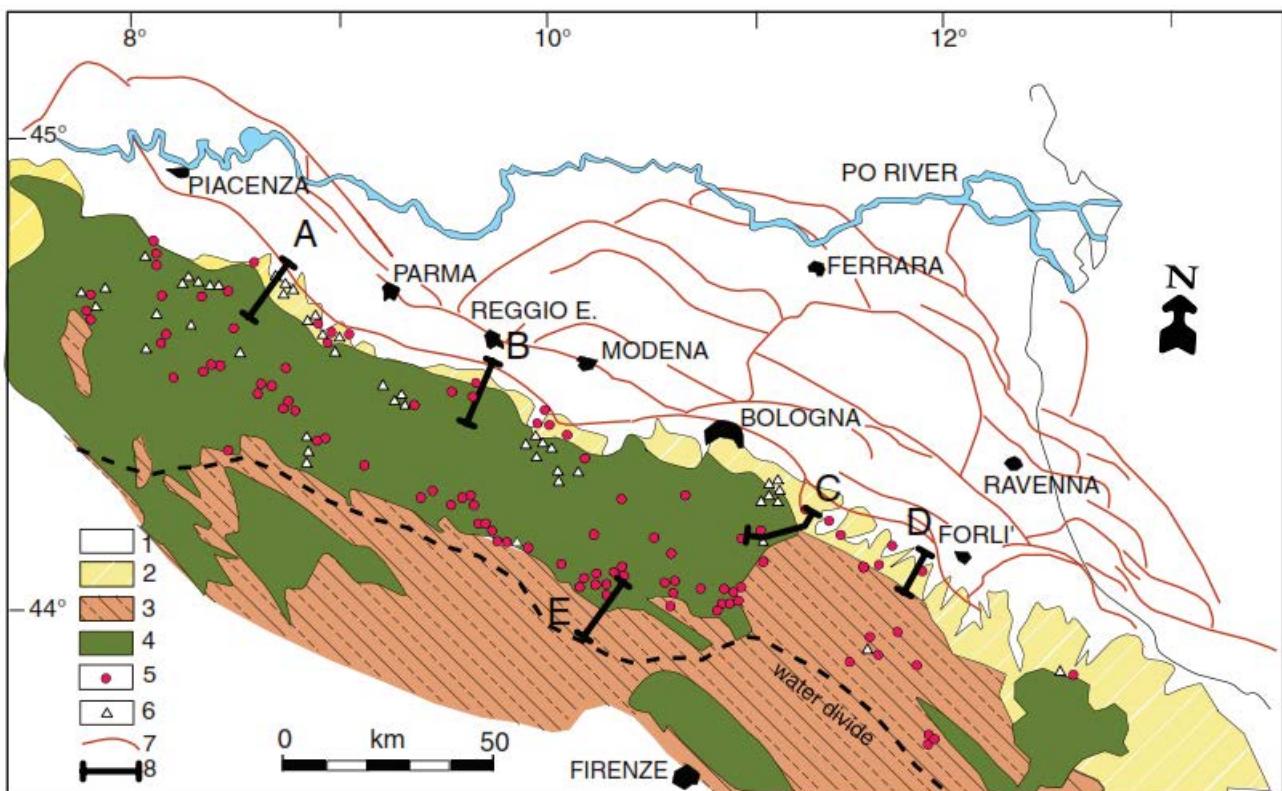


Figura 6: Mappa geologica schematica dell'Appennino settentrionale e della Pianura Padana [modificata dopo Borgia et al., 1986] con indicazione delle manifestazioni superficiali di idrocarburi. Legenda: 1) Quaternario continentale; 2) unità di avanfossa marina e continentale plio-pleistocene nella zona pedemontana; 3) Unità Miocenica di avanfossa; 4) Unità Liguri ed Epiliguri; 5) emissioni spontanee di idrocarburi fluidi in superficie; 6) manifestazioni di olio e gas da pozzo; 7) fronte dei thrusts sepolti; 8) tracce delle sezioni geologiche pubblicate in Capozzi e Picotti, [2010].

Per quanto riguarda la presenza di risorse in profondità, i campi Spilamberto, Santerno, Cotignola, Marzeno, Budrio Est rappresentano le principali aree in cui l'idrocarburo, prevalentemente gassoso, si trova in trappole strutturali formate da depositi di età miocenica medio-superiore.

4.1. Roccia madre

Roccia madre dei campi con reservoir miocenici.

Gli idrocarburi miocenici di origine termica sono stati scoperti nella zona appenninica lungo i trend relativamente continui segnati dal fronte dei *thrusts* dove il gradiente termico è più elevato. Qui la roccia madre principale è rappresentata dai depositi di avanfossa della **Marnoso Arenacea**.

Gli studi geochimici effettuati su oli dei campi aventi *reservoir* miocenici (tipo Cortemaggiore) hanno dimostrato una chiara origine termogenica degli stessi e mostrano una buona correlazione olio-roccia



madre e olio-olio. Sono idrocarburi liquidi molto leggeri (28-52° API) poveri in asfalteni ed in zolfo, assimilabili a condensati e con una caratterizzazione isotopica derivante dalla presenza di ^{13}C in tenori decisamente elevati. In alcuni casi risultano fortemente biodegradati ma comunque caratterizzati da un alto grado di evoluzione.

Un'altra possibile roccia madre per gli idrocarburi presenti nel sistema miocenico è la formazione delle **Marne di Gallare**. Sono depositi di ambiente non molto riducente che in alcuni casi (Campo Bagnolo in Piano) risultano essere le *source rocks* uniche degli oli ritrovati all'interno dei carbonati mesozoici.

Roccia madre delle manifestazioni di superficie degli idrocarburi appenninici.

La natura termogenica dei gas che scaturiscono dai ridotti serbatoi superficiali e confinati generalmente entro la coltre liguride sembra essere chiara e confermata dalle proprietà chimico-fisiche e isotopiche dei gas.

Sono idrocarburi che hanno subito una storia termodinamica spinta, con conseguenti lunghe migrazioni con componente verticale non trascurabile.

Si tratterebbe quindi di una dismigrazione da serbatoi profondi verso piccole trappole e serbatoi molto superficiali oppure verso la dissipazione in atmosfera, qualora la copertura non fosse sufficientemente spessa o molto fratturata.

La *source rock* per tali idrocarburi si sarebbe dovuta trovare almeno attorno ai 5000 m di profondità per poter essere in grado di generarli.

L'origine degli oli dell'Appennino Settentrionale, secondo Mattavelli e Novelli [1990] sarebbe comune a quella degli oli della fascia padana pedeappenninica. Tali idrocarburi liquidi risulterebbero generati dai livelli pelitici all'interno della "Marnoso-Arenacea" (gruppo di Cortemaggiore) in seguito ad un aumento repentino della temperatura dovuto all'impilamento delle falde appenniniche.

La prova più eclatante per definire la "Marnoso-Arenacea" come la probabile *source rock* è fornita dalla presenza di un valido *biomarker*, quale l'oleanano, sia nell'olio dei giacimenti che nell'olio estratto dalla roccia.

4.2. Reservoir

Secondo i dati disponibili in letteratura, i principali *reservoir* dell'area sono costituiti da unità che vanno dal Miocene medio al Pliocene. A partire dalle unità più antiche, le Unità che fungono da *reservoir* sono:



- Le **Arenarie di Cervarola** (o equivalenti), di età compresa tra il Burdigaliano e il Langhiano inferiore di derivazione alpina. Esse sono costituite da marne intercalate a sabbie la cui cementazione varia lateralmente e verticalmente, suggerendo una possibile origine carbonatica del cemento. I corpi sabbiosi mostrano una elevata porosità e continuità laterale, tanto da costituire il 50% della successione;
- La formazione **Marnoso-Arenacea** (o equivalenti), costituite da alternanze di marne, peliti, arenarie più o meno cementate e livelli conglomeratici (Serravalliano-Tortoniano);
- I **livelli sabbiosi intercalati a livelli a ciottoli** con argille dal contenuto variabile di marne incontrati ai pozzi del settore dei campi di T.Baganza-M. delle Vigne. Essi sono posizionati sotto uno spessore di 1000-1200 m di coltri Liguridi.
- Le unità **Fusignano** e **Colombacci**. La prima è costituita da bancate di arenarie litiche e/o quarzose con intercalazioni di argille varicolori, livelli conglomeratici e di gessi risedimentati. La F.ne Colombacci è costituita prevalentemente da argille varicolori con sottili livelli arenacei (Miocene superiore);
- Le **Sabbie di Cortemaggiore** sono presenti, anche se in modo discontinuo, sulle Pieghi Emiliane dal Bolognese al Piacentino. Tale formazione è costituita da sabbie e conglomerati intercalati a livelli argillosi e rappresenta uno dei principali serbatoi dell'area pedeappenninica (Miocene superiore);
- Livelli sabbiosi nelle **Argille del Santerno**, con i sedimenti fini generalmente prevalenti nella parte di successione pliocenica.

Valori di porosità e permeabilità medie per la Pianura Padana sono rispettivamente: 25-30% e 80–300 md.

Sono valori medi estratti dai dati sui campi posizionati in Pianura Padana a profondità variabili dai 750 ai 2500 m entro le formazioni mioceniche (Cortemaggiore, Verghereto, Fusignano, Marnoso-Arenacea)

Il grado di cementazione riscontrato dalle descrizioni litologiche dei pozzi non induce a pensare ad una riduzione repentina dei valori di porosità primaria nei livelli arenaceo-conglomeratici al di sotto delle coltri liguri, mentre per quanto riguarda la continuità degli stessi corpi sedimentari verso SE, entro l'area del Permesso, si può dire che non è in contraddizione con i modelli sedimentari di distribuzione attualmente accettati, anche se non esistono pozzi utili per una taratura in questo settore appenninico.



4.3. Coperture

Le coperture alle trappole summenzionate sono assicurate sia dalle serie argilloso-marnose mioceniche intercalate agli stessi livelli serbatoio che dalle serie argillose plio-quaternarie che si drappeggiano sulle strutture talora affioranti della zona.

Anche la successione alloctona ligure può, nelle zone più interne, essere considerata come copertura per i *reservoir* miocenici.

4.4. Trappole

Le trappole per i *reservoir* langhiano-tortoniani dovrebbero essere essenzialmente strutturali, mentre miste (combinazioni di elementi strutturali e stratigrafici) quelle per i *reservoir* messiniani. La successione pliocenica potrebbe essere interessata da trappole strutturali, miste, e puramente stratigrafiche.

5. Principali targets

I principali obiettivi minerari dell'area sono rappresentati da gas e/o olio nella successione miocenica medio-superiore, riferibile all'Unità Marnoso-Arenacea. Tale successione è stata già oggetto di attività esplorativa nella prima metà degli anni '60 da parte della Società ENI, portando alla scoperta di alcuni campi produttivi, tra cui Cortemaggiore, Cremona Sud, Vigatto e Traversetolo. I più vicini all'area del Permesso Zappolino e produttivi dalla successione Marnoso-Arenacea sono Spilamberto (scoperta: 1956), Santerno (scoperta: 1953) e Marzeno (scoperta: 1960). Nell'area del Permesso l' "Alto del Lavino" è l'unica struttura ritenuta interessante dal punto di vista esplorativo nella zona di catena. Tale struttura è visibile in sismica ad una profondità di 1.5-2 sec.

Nella zona di avanfossa, gli obiettivi principali sono rappresentati dalle anticinali di rampa associati a *thrusts* profondi che deformano depositi mio-pliocenici e dai terreni autoctoni dal Miocene superiore al Quaternario sottostanti l'alloctono. Solo il pozzo Bologna 2a ha intercettato nel Pliocene inferiore sotto l'alloctono la presenza di una colonna di gas di 4 m non economica.



6. Dati disponibili

L'area del Permesso è stata interessata da rilievi sismici che hanno consentito l'acquisizione di sei linee sismiche 2D in direzione SO-NE parallele alla direzione di trasporto appenninico e tre linee parallele alla direzione di sviluppo dei maggiori lineamenti tettonici (NO-SE) (Figura 7). Al fine di infittire il *gridding* sismico già presente nel database Edison, nel 2012 sono state acquistate da ENI otto linee sismiche per un totale di 76,7 km (Tabella 1) per ottenere informazioni aggiuntive su possibili *targets* miocenici nella zona a Nord del Permesso e *targets* secondari pliocenici.

LINEE	da SP	a SP	km
MOD-19 SUD	215	419	10,268
MOD-19	500	552	3,940
MOD-20	214	346	10,052
BOL-1	194	284	9,127
BO-389-93V	500	1236	15,241
MOD-75-75 EXT	141	275	9,658
BOL-6	195	299	10,494
BO-371-91-V	248	644	7,922
		Totale km	76,708

Tabella 1: Linee sismiche acquistate dalla Società Eni con relativa lunghezza misurata dagli shot points di riferimento indicati nelle colonne 2 e 3

Al fine di incrementare il rapporto segnale/rumore è stato effettuato il *reprocessing* della linea BO 371-91 V da parte della società Spectrum Geo Ltd.

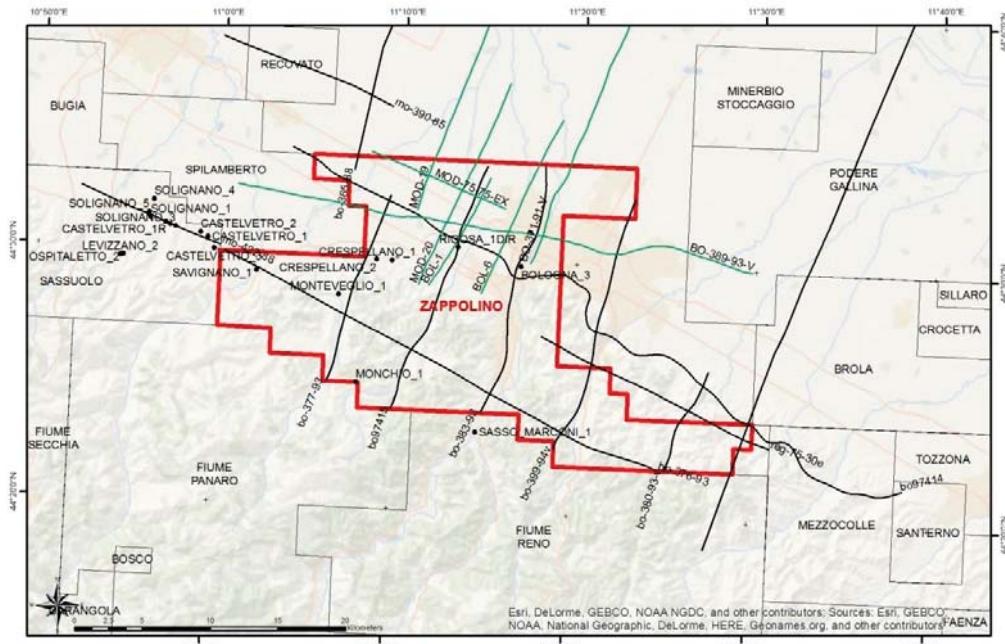


Figura 7: Mappa geografica del Permesso Zappolino. In rosso sono indicati i confini del Permesso, in nero le linee sismiche presenti nel database Edison e in verde le linee acquistate nel 2012 dalla società ENI.



La qualità della sismica nella zona di catena è molto bassa. Il tentativo di *reprocessing* effettuato per una delle linee sismiche disponibili non si è dimostrato efficace nel miglioramento dell'*imaging*. Sono stati perforati numerosi pozzi nell'area (Figura 7), tutti sterili tranne il pozzo Bologna 2a, la cui scoperta è risultata essere non commerciale. Tutti i pozzi sono dotati di *composite log*. Per il pozzo Castelvetro 1 sono disponibili logs di Resistività e SP mentre per il pozzo Savignano 1 sono stati acquisiti logs wireline e while drilling (AIT, DSI, PCD, EPD, GR, SP, FMI, SHDT). Per il Savignano 1 è inoltre disponibile il VSP che ne permette la correlazione con la linea sismica prossima al pozzo. La Tabella 2 contiene l'elenco di tutti i pozzi perforati nell'area del Permesso e il riassunto delle principali caratteristiche e risultati minerari.

UWI	OPERATORE	LEASE	DATA	TD(m)	RESULTATI	FORMATIONE TD	ETA' TD
BOLOGNA 1	AGIP	BOLOGNA	18/09/1959	3147	DRY	MARNOSO - ARENACEA	TORTONIANO
BOLOGNA 3	AGIP	BOLOGNA	06/06/1963	2450	DRY	MARNOSO - ARENACEA	TORTONIANO
CASTELVETRO 1	AGIP	MARANELLO	27/08/1953	1000	GAS	VERGHERETO	TORTONIANO
CASTELVETRO 1 DIR	AGIP	MARANELLO		755	GAS		
CASTELVETRO 2	AGIP	MARANELLO	12/10/1956	1663	DRY	ALLOCTONO	NON DEFINITO
CASTELVETRO 3	AGIP	MARANELLO	27/03/1959	1251	DRY		
CRESPELLANO 1	AGIP	BOLOGNA	17/06/1960	2110	DRY	MARNOSO - ARENACEA	TORTONIANO
CRESPELLANO 2	AGIP	BOLOGNA	23/03/1962	2030	DRY	MARNOSO - ARENACEA	TORTONIANO
LEVIZZANO 2	MIN.PETR.IT.	OSPITALETTO	01/08/1962	2294	DRY	VERGHERETO	MIocene sup.
MONCHIO 1							
MONTEVEGLIO 1	AGIP	BOLOGNA	09/02/1961	2955	DRY	MARNOSO - ARENACEA	MIocene inf.
OSPITALETTO 2	MIN.PETR.IT.	OSPITALETTO	31/12/1962	2294	DRY		
RIGOSA 1 DIR	AGIP	BOLOGNA	24/04/1966	2502	DRY		
SASSO MARCONI 1	AGIP	SASSO MARCONI	13/01/1961	3029	DRY	ALLOCTONO	NON DEFINITO
SAVIGNANO 1	AGIP	BOLOGNA	26/06/1905	1851	DRY	BISMANTOVA	LANGHIANO
SOLIGNANO 1	ID MODENESE	MARANELLO	31/12/1959	1260	DRY		
SOLIGNANO 2	ID MODENESE	MARANELLO	31/12/1959	1530	DRY		
SOLIGNANO 3	ID MODENESE	MARANELLO	31/12/1961	502	GAS		
SOLIGNANO 4	ID MODENESE	MARANELLO	31/12/1961	1785	DRY		
SOLIGNANO 5	ID MODENESE	MARANELLO	31/12/1964	858	DRY		

Tabella 2: Pozzi perforati nell'area del Permesso Zappolino e relativi risultati minerari.



7. Lavori effettuati nell'area del Permesso

I lavori eseguiti a partire dalla data di assegnazione del Permesso sono:

- elaborazione di un database sismico e di sottosuolo digitale includendo sismica e pozzi esistenti;
- *reprocessing* della linea sismica BO 371-91 V ad opera della compagnia Spectrum Geo Ltd.;
- interpretazione sismica e geologico-stratigrafica dei dati di sottosuolo finalizzata all'individuazione di possibili trappole strutturali nell'area a sud-ovest (Alto del Lavino) e miste nella zona settentrionale del Permesso;
- studio di impatto ambientale redatto nell'ambito del D.P.R. n. 526 del 18/04/1994 affidato a PEAL Petroleum s.r.l.;
- valutazione di incidenza disciplinata dall'art. 6 del DPR n. 120 del 12 marzo 2003,
- studio geologico-strutturale dell'area del Permesso affidato ad Alma Mater Studiorum - Università degli Studi di Bologna dal titolo ASSETTO GEOLOGICO-STRUTTURALE ED EVOLUZIONE DEL SISTEMA PETROLIFERO DELL'APPENNINO BOLOGNESE (PERMESSO ZAPPOLINO). IMPLICAZIONI ESPLORATIVE. Tale studio è stato mirato alla definizione dell'assetto geologico del Permesso tramite la realizzazione di una carta geologica e di tre sezioni geologiche bilanciate. In particolare, si è proceduto alla definizione della geometria della base della coltre Ligure e della relativa strutturazione interna in modo da ricostruire l'evoluzione tettonica dell'area ed ipotizzare possibili condizioni di permeabilità dei *reservoirs*. Questo studio ha inoltre permesso di individuare alcune aree di interesse esplorativo, valutare la presenza di un sistema petrolifero ed evidenziarne i rischi;
- studio di caratterizzazione geochimica dei fluidi campionati nelle aree limitrofe e confronto con i dati preesistenti nella zona appenninica e margine pedemontano padano. Tale studio è parte di un progetto a scala regionale dal titolo ASSETTO GEOLOGICO-STRUTTURALE ED EVOLUZIONE DEL SISTEMA PETROLIFERO DELL'APPENNINO PARMENSE (PERMESSO TORRENTE PARMA, ISTANZA DI PERMESSO PANNOCCCHIA). IMPLICAZIONI ESPLORATIVE affidato alla compagnia GEOPHI s.r.l. Con questo studio è stato possibile definire profondità e temperature dei fluidi nel *reservoir*, l'origine termogenica degli stessi, la profondità della *source* e possibili percorsi di migrazione;
- valutazione del potenziale residuo esplorativo.



8. Conclusioni

L'analisi dei dati disponibili (letteratura, pozzi, studio geologico-strutturale e relative campagne geologiche sul terreno, sismica già in nostro possesso, sismica acquistata da ENI e *reprocessing*) ha permesso di delineare due potenziali aree di interesse: l'Alto del Lavino a Sud-Ovest ed una struttura anticlinale nella successione miocenica localizzata nella zona a Nord del Permesso "Zappolino".

Nonostante l'acquisto di nuova sismica e il *reprocessing* di una linea parallela all'asse della catena non è stato possibile delineare una struttura tale da poter essere di interesse esplorativo.

Inoltre la correlazione pozzo-sismica è stata possibile soltanto per il pozzo Savignano 1 con la linea BO376-93 e non è estendibile lateralmente data la complessità strutturale della zona.

Pertanto, venendo a mancare i presupposti per proseguire la ricerca, la scrivente Edison S.p.a. ha deciso di rinunciare al Permesso di ricerca esplorativa "Zappolino", presentando questa relazione alle Autorità Competenti in allegato all'Istanza di rinuncia volontaria.

9. Bibliografia

Capozzi R. and Picotti V.(2010) - Sontaneous fluid emissions in the Northern Appennines: geochemistry, structures and implications for the petroleum system. Geological Society, London, Special Publication, 348, 115-135.

Elter P. and Marroni M. (1991) - Le Unità Liguri dell'Appennino Settentrionale: sintesi dei dati e nuove interpretazioni. Mem. Descr. Serv. Geol. Italiano, 46: 121-138.

Mattavelli L. and Novelli L. (1990) - Geochemistry and habitat of the oils in Italy. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 74, 10, 1623-1639.