

SOCIETA' IRMINIO S.R.L.

Progetto

Rilievo geofisico 3D "Scicli"

2016

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
1.1 UBICAZIONE GEOGRAFICA	6
1.2 SOGGETTO PROPONENTE	7
2. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ' DEL PROGETTO DI RICERCA	8
2.1 OBIETTIVI DELLA RICERCA	8
2.2 OBIETTIVI MINERARI E SISTEMA PETROLIFERO	11
2.3 DESCRIZIONE DELLE TECNOLOGIE DI RICERCA	14
2.3.1 Prospezione mediante il metodo geofisico	14
2.3.2 Tipologia delle sorgenti di onde elastiche	15
2.3.3 Progettazione di una campagna di acquisizione geofisica	17
2.3.4 Tipologia degli stendimenti ed ubicazioni	19
2.3.5 Energizzazione a vibroseis	24
3. NORMATIVA TECNICA E STANDARD DI RIFERIMENTO	30

TAVOLE

TAV.1 - Carta dei Limiti Amministrativi

TAV.2 - Carta dell'Uso del Suolo

TAV. 3 - Carta delle Aree Naturali Protette

TAV. 4 - Carta Geologica

TAV. 5 - Carta Idrogeologica

TAV. 6 - Carta del Rischio Geomorfologico

ALLEGATI

Allegato 1: Video 1_Vibroseis all'interno di capannoni.mp4

Allegato 2: Video 2_energizzazione con vibroseis su strada.mp4

1. PREMESSA

L'attività che si svolgerà nel permesso di ricerca "Scicli" consiste nell'acquisizione di un rilievo geofisico 3D di un'area di circa 70 kmq (vedi Tavola n. 1). Nell'ambito del programma di ricerca in oggetto, le sorgenti di onde elastiche saranno determinate utilizzando soltanto Vibroseis montati su camion (vedi allegati 1 e 2).

Un rilievo geofisico è l'unico metodo scientifico di ricerca, utilizzato in tutto il mondo da più di 70 anni, attraverso il quale è possibile ricostruire la struttura geologica del sottosuolo senza l'utilizzo di metodi diretti quali la realizzazione di perforazioni profonde (pozzi esplorativi).

La crosta terrestre è in gran parte costituita da rocce sedimentarie stratificate che sono il risultato della lenta ma continua deposizione di materiali in bacini sedimentari. In seguito a fenomeni come la velocità e il tipo di sedimentazione o la compattazione dei depositi favorita dal carico litostatico, le rocce subiscono variazioni di alcune proprietà fisiche/meccaniche quali, ad esempio, la densità e la compressibilità.

Quando in superficie, o in prossimità di questa, si applica una forza variabile nel tempo utilizzando una sorgente di energia (energizzazione), si osserva la generazione di onde elastiche di cui è possibile seguire la propagazione nel sottosuolo. Infatti con opportuni sensori (geofoni) si possono misurare i tempi di ritorno in superficie delle onde riflesse o rifratte dalle discontinuità che delimitano le unità sedimentarie principali, caratterizzate, come già detto, da proprietà fisiche e da una storia geologica differente.

La restituzione finale dei risultati è presentata sotto forma di immagini della crosta terrestre (sezioni), in cui l'organizzazione e il carattere delle forme d'onda costituenti i segnali (gli echi registrati in superficie) possono permettere di formulare ipotesi sull'assetto geometrico delle formazioni sepolte, sulla natura delle rocce investigate e, infine, sulle loro proprietà petrofisiche, comprese le valutazioni sui fluidi eventualmente contenuti nelle rocce. Notevoli complicazioni sorgono quando gli strati sono stati piegati, deformati o fagliati come si osserva nei processi di formazione delle montagne oppure quando si verificano movimenti legati alla tettonica salina, o all'intrusione di corpi vulcanici.

Per la ricostruzione di queste geometrie complesse, le tecniche più recenti richiedono speciali elaborazioni digitali delle immagini, quali le acquisizioni 3D.

Presso l'area in studio, in passato, sono state realizzate numerose altre campagne geofisiche (Figura n. 1).

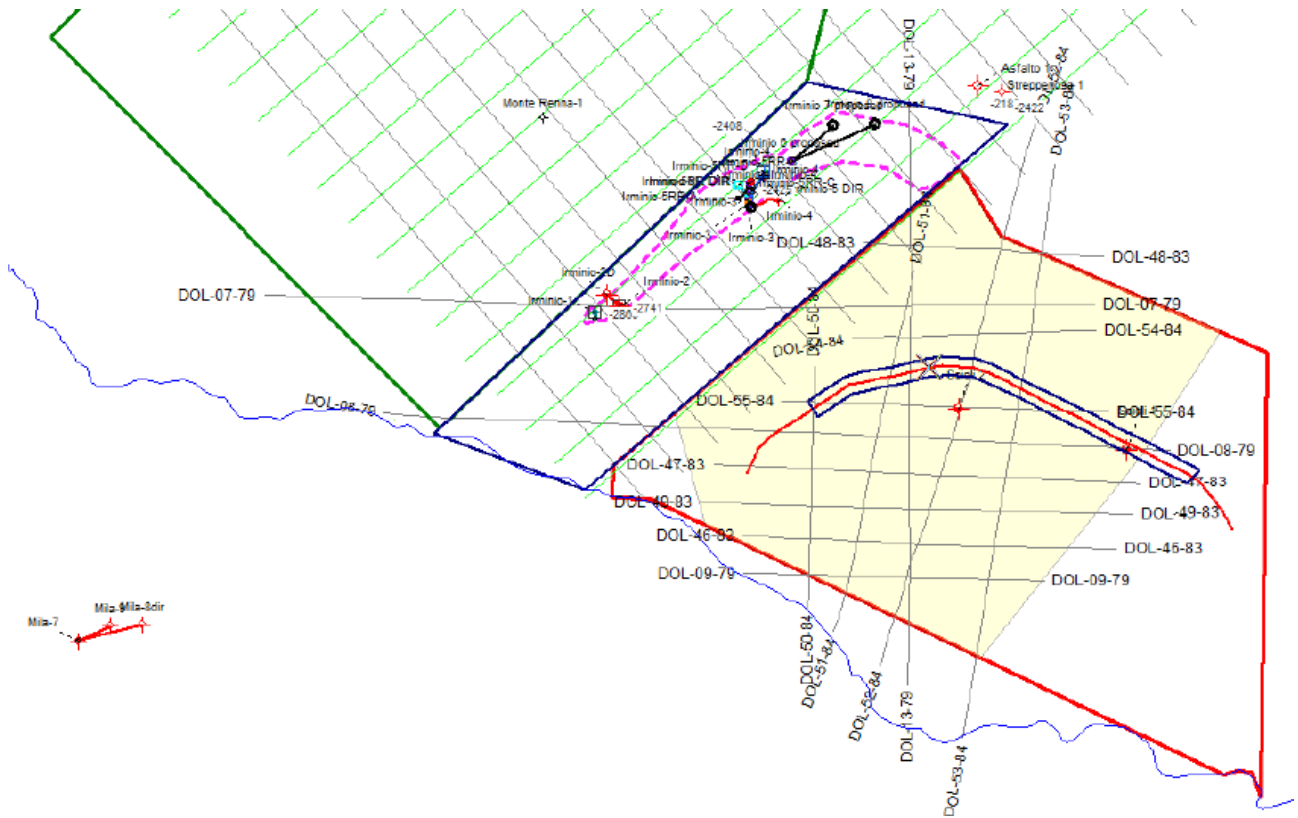


Figura n. 1: le linee in nero indicano i rilievi realizzati in passato presso l'area in studio evidenziata in rosso

Un esempio del risultato della ricerca è quello raffigurato nella figura n. 2: questa sezione geofisica è stata interpretata riconoscendo le formazioni geologiche più importanti presenti in profondità.

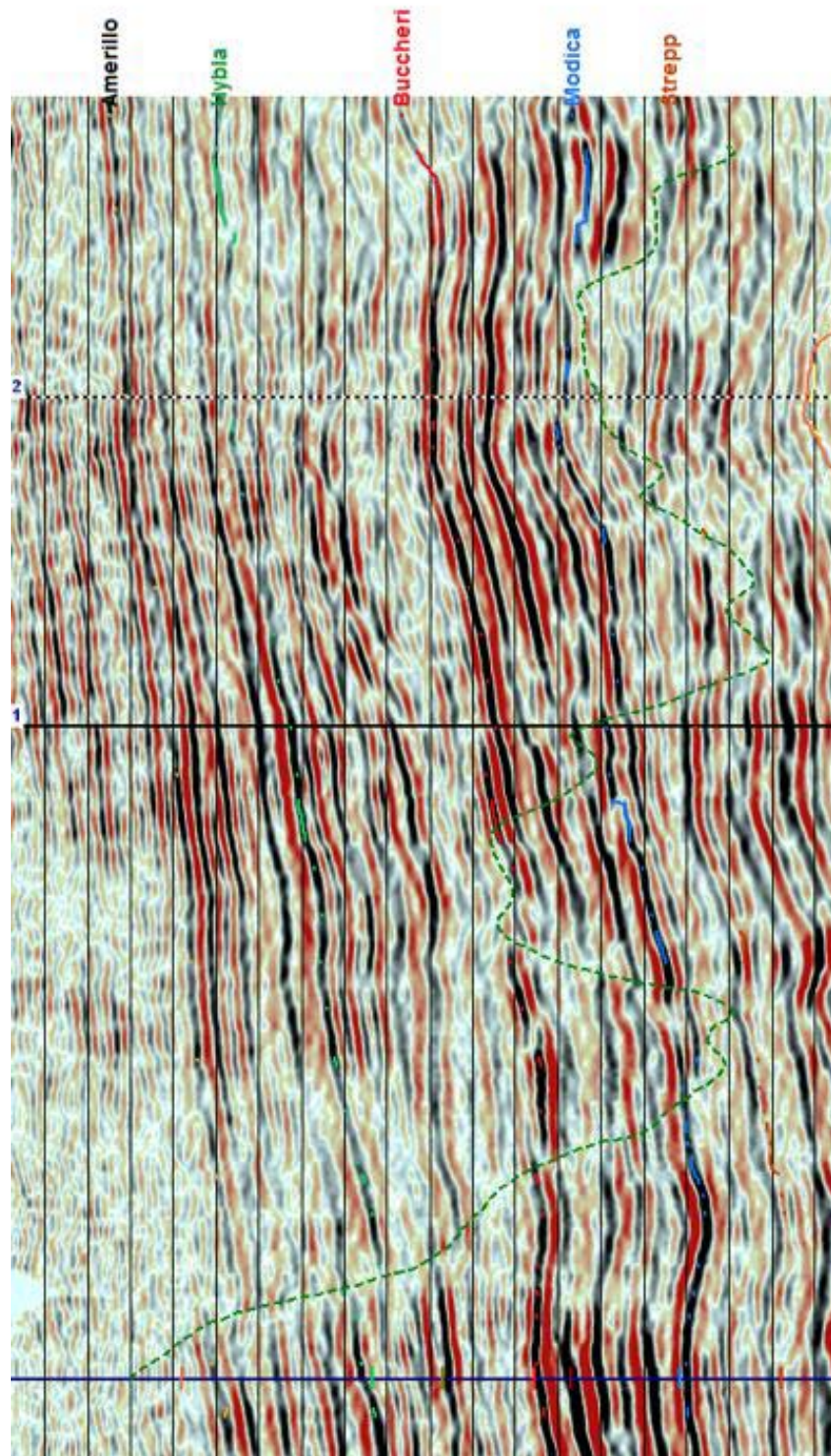


Figura n. 2: esempio di sezione geofisica interpretata e registrata in altre campagne di ricerca precedenti

1.1 Ubicazione geografica

L'attività in oggetto si trova all'interno del Permesso di Ricerca Idrocarburi "Scicli" (**Figura n. 3**) avente come vertici i punti con le seguenti coordinate geografiche Roma 40 (vedi Tavola n. 1):

COORDINATE GEOGRAFICHE SESSAGESIMALI (E da Monte Mario)		
Vertice o punto	Latitudine N	Longitudine Est
a	36°49'44",59	2°15'14",23
b	36°49'00",00	2°15'51",35
c	36°47'12",97	2°18'46",77
d	36°42'42",56	2°18'20",84
e	36°45'55",13	2°10'18",81
f	36°46'32",83	2°10'35",59



Figura n. 3: ubicazione geografica del rilievo geofisico "Scicli" (rosso) e del permesso di ricerca "Scicli" (giallo)

L'area oggetto del rilievo geofisico 3D ha un'estensione di circa 70 kmq, ricade interamente nella Regione Sicilia, provincia di Ragusa, comune di Scicli ed ha i seguenti vertici:

Coordinate (UTM 32 ED50)	
<u>Longitudine</u>	<u>Latitudine</u>
1009162.8	4090080.0
1014718.4	4078655.4
1002252.3	4085072.6
1014552.4	4080518.5
1002252.3	4085072.6

1.2 *SOGGETTO PROPONENTE*

Il soggetto proponente del progetto è la società IRMINIO S.R.L. con sede legale in Palermo, via Principe di Villafranca n. 50, sede secondaria in Roma, via Reno n. 5, iscritta alla camera di commercio di Palermo (P.IVA/C.F. 03922140821).

2. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ' del PROGETTO di RICERCA

L'attività che si svolgerà nella suddetta area consiste nell'acquisizione di un rilievo geofisico 3D di un'area di circa 70 kmq. Nell'ambito del programma di ricerca in oggetto, le sorgenti di onde elastiche saranno di un unico tipo: si utilizzeranno Vibroseis montati su camion (vedi video allegati).

2.1 OBIETTIVI DELLA RICERCA

L'area in studio è situata su un distretto geologico denominato Plateau Ibleo (**Figura n. 4**). Il Plateau Ibleo è un settore di Avampaese Africano che insieme alla Catena Siculo-Maghrebide e alla Avanfossa Gela-Catania costituisce uno dei principali elementi strutturali della Sicilia orientale (BEN AVRAHAM et alii, 1990). Esso rappresenta la parte emersa del Blocco Pelagiano (BUROLLET et alii, 1978), il promontorio più settentrionale della crosta continentale africana, cui è fisicamente collegato dal Canale di Sicilia (BOCCALETTI et alii, 1987) dove emerge in corrispondenza delle isole maltesi e pelagie. Verso nordovest l'avampaese si flette al di sotto della catena, il cui fronte più esterno è rappresentato dalla Falda di Gela (LICKORISH et alii, 1999). Verso Est la continuità fisica del blocco pelagiano, caratterizzata da crosta continentale spessa 25-30 km, è interrotta dalla Scarpata di Malta, generata da un sistema di faglie normali di età mesozoica che delimita il Bacino Ionico, a crosta assottigliata (FINETTI & MORELLI, 1972; FINETTI, 1982; MAKRIS et alii, 1986), (**Figura n. 5**).

L'area in esame appartiene strutturalmente al settore meridionale del "Bacino Ragusano" s.s. (area di avampaese ibleo), la cui evoluzione paleogeografica è stata strettamente influenzata dagli eventi tettonici che l'hanno interessata nel periodo dal Trias superiore al Plio-Quaternario.

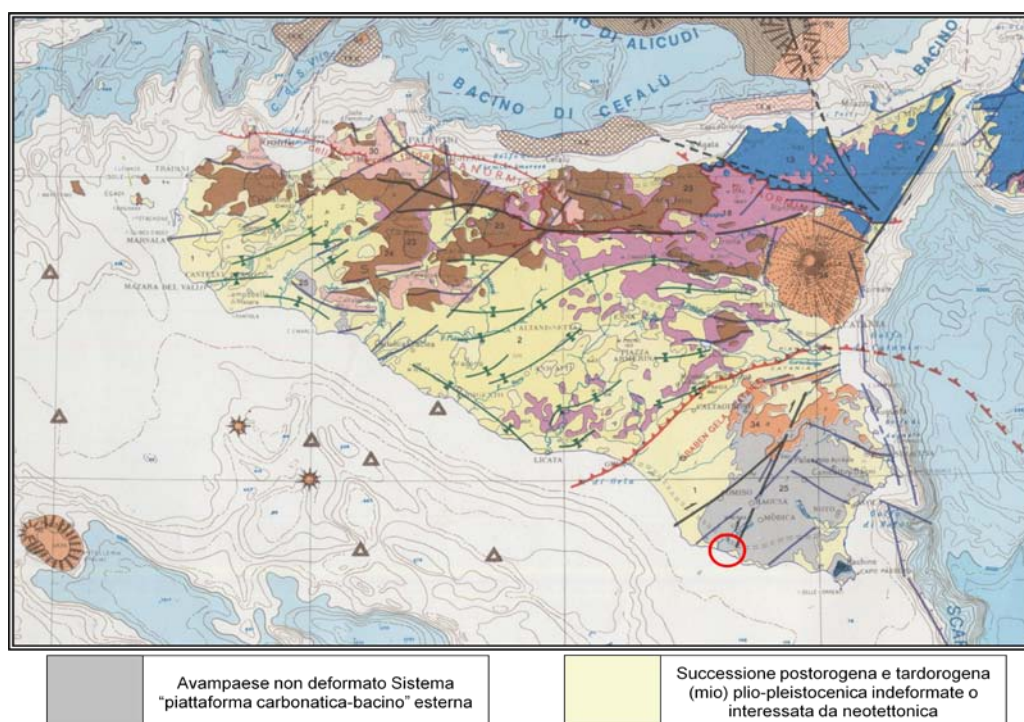


Figura n. 4: Mappa Tettonica della Sicilia

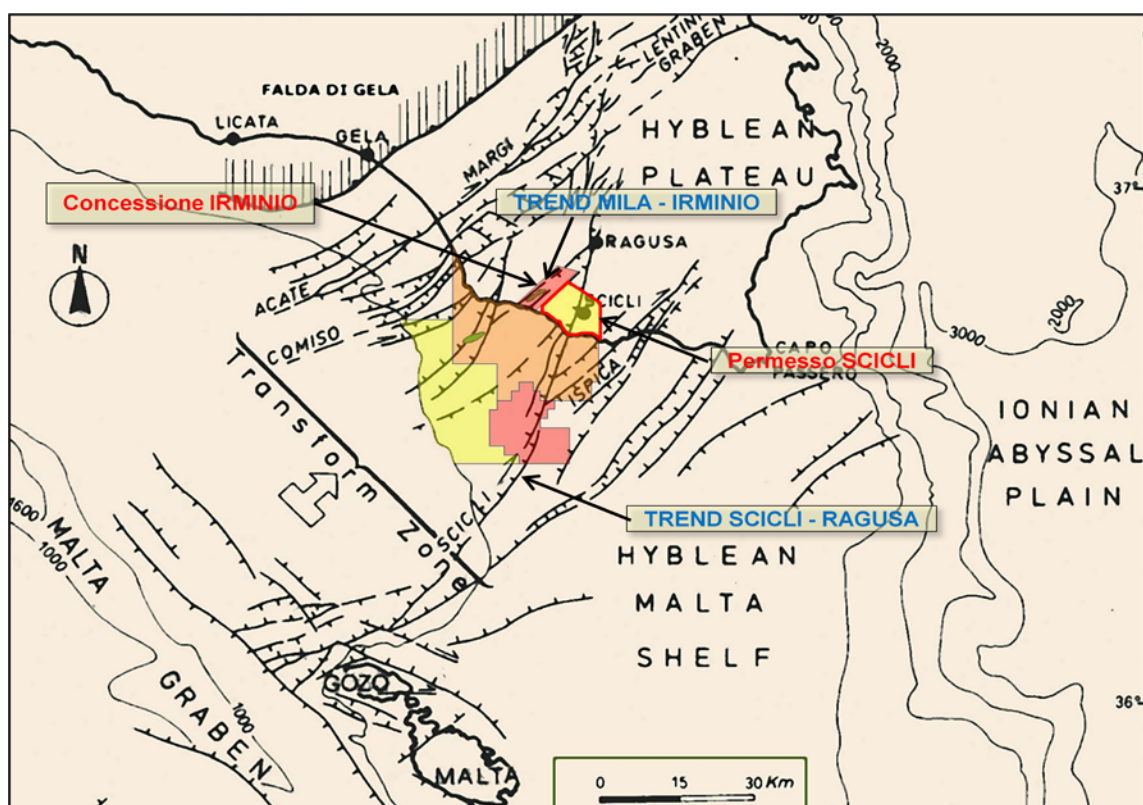


Figura n. 5: *Mappe Strutturale della Sicilia Sud-orientale a terra e a mare*

Lo schema dei rapporti stratigrafici tra le diverse formazioni presenti nell'area è illustrato nella **(Figura n. 6)**: nel Trias superiore una fase tettonica distensiva, associata all'apertura della Tetide, provoca l'annegamento di alcune aree della piattaforma carbonatica preesistente, cioè le dolomie della Formazione Gela (già Taormina), ora Sciacca, caratteristiche di piattaforma aperta e i calcari dolomitici grigio scuri e le argille laminate della Formazione di Noto, depositatisi in ambiente lagunare. Conseguentemente si crea un bacino euxinico, in forte subsidenza, in cui si depositano potenti spessori di argille nere e calcari, alternati con rari livelli di vulcaniti basiche (Formazione Streppenosa).

Alla fine del Trias (Retico) si imposta una stretta soglia di ambiente intertidale che consente lo sviluppo del Membro Mila (costruzioni algali), eteropia laterale della Formazione di Noto. Tale membro sarebbe stato interessato da faglie listriche sindeposizionali (NE-SW) che avrebbero prodotto l'accumulo di brecce lungo le scarpate.

Dall'Hettangiano si assiste ad un brusco abbassamento del livello marino con la progradazione dei carbonati della Formazione Siracusa sulle argille nere della Streppenosa. Nel Lias medio nella zona centrale del bacino si instaurano condizioni di mare profondo con la deposizione dei calcari della Formazione Modica, in eteropia verso l'alto con la Formazione Siracusa. Tra le due formazioni, ai piedi della scarpata, si depositano i sedimenti di slope costituiti da calcareniti risedimentate della Formazione Rabbito.

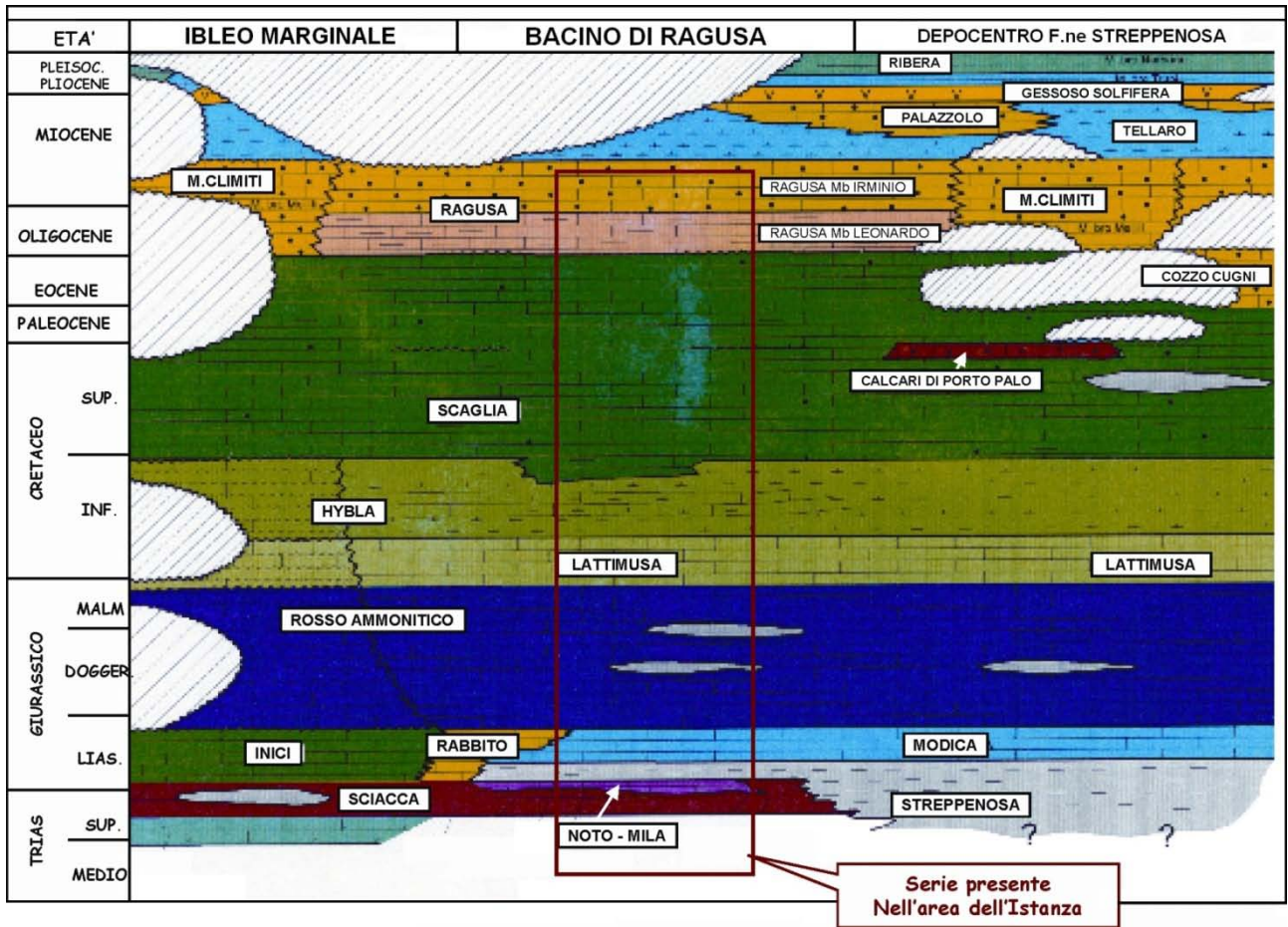


Figura n. 6: Schema dei Rapporti Stratigrafici

A partire dal Lias superiore si instaurano condizioni di mare profondo, seguito da un'intensa fase tettonica distensiva accompagnata da una vivace attività vulcanica e sviluppo di consistenti edifici e colmatazione di aree depresse, con la deposizione di marne e calcari pelagici della Formazione Buccheri. Sul margine della piattaforma si depositano invece serie carbonatiche condensate.

Dalla fine del Giurassico fino al Cretacico inferiore si depositano sedimenti di mare profondo appartenenti alle Formazioni Chiaramonte e Hybla, tali così da creare un livellamento della batimetria, per continuare nel Cretacico superiore con i calcari con selce della Formazione Amerillo, che prosegue fino a tutto l'Eocene.

Nel Cretacico superiore e nell'Eocene si assiste ad una fase tettonica distensiva che vede l'apertura del Canale di Sicilia. Tale tettonica distensiva è anche artefice dello sprofondamento di circa 1200 metri dell'area del campo di "Mila" nei confronti di quello a terra dove si trova il campo di "Irminio".

Nell'Oligocene si depositano i carbonati della Formazione Ragusa, in facies di transizione.

Nel Messiniano si sviluppano le evaporiti della Gessoso-Solfifera e nel Pliocene inferiore si deposita la serie marnoso-argillosa della Formazione Ribera. Nel Neogene l'area in esame assume le caratteristiche di avampaese della catena Appenninico-Maghrebide, ed è affetta da

un sistema di faglie trascorrenti impostate su paleo-faglie distensive e da un basculamento verso SW.

2.2 *Obiettivi minerari e sistema petrolifero*

Nell'area in esame, la ricerca di idrocarburi è finalizzata all'individuazione di depositi di olio e gas associato, all'interno del Membro "Mila" della Formazione Noto (Triassico superiore) e della Noto basale, rinvenute mineralizzate nei campi Mila ed Irminio. Un secondo obiettivo minerario è rappresentato dai calcari dolomitici e dolomie della Formazione Sciacca (Triassico superiore), rinvenuti mineralizzati ad olio nei giacimenti di Ragusa, Tresauero, Gela e in numerosi altri.

Di seguito vengono illustrate le caratteristiche petrofisiche del Membro "Mila" e della Formazione Sciacca.

Membro "Mila": è mineralizzato ad olio leggero nel campo "Mila" e nel vicino campo a terra di Irminio. I due giacimenti sono allineati lungo una faglia trascorrente con trend NE-SW e il serbatoio è costituito da costruzioni algali calcareo-micritiche in ambiente subtidale, con spessori variabili da qualche decina di metri a più di duecento metri.

Durante le prime fasi tettoniche associate all'apertura della Tetide (Trias superiore) avviene lo smantellamento della piattaforma carbonatica triassica della Formazione Sciacca. Ai piedi delle scarpate di faglia prodottesi si vanno a depositare localmente accumuli conglomeratici e, nei periodi di quiescenza tettonica, sui conglomerati si impostano nuove costruzioni algali, più o meno continue, Membro "Mila".

All'interno del Membro di Mila si possono individuare tre distinte facies: una conglomeratica, una algale stromatolitica ed una cripto algale. La prima è stata interpretata come la facies più profonda, i cui sedimenti sono depositi alla base delle aree di reef. La seconda è una facies intermedia dove i letti algali trattenevano i sedimenti micritici, dando luogo a sedimenti laminati. La terza facies corrisponde ad una zona intertidale, o appena subtidale, dove localmente si formavano edifici algali con spessori dell'ordine del metro. Le costruzioni biostromali passano lateralmente a facies lagunari tipiche della Formazione Noto, caratterizzata da mudstone laminati con intercalazioni di argille nere e sottili livelli di calcari marnosi, che risulta essere la roccia madre principale del settore dell'avampese Ibleo (TOC medio del 4%) ed una delle migliori rocce madri a livello mondiale. La Formazione Noto basale oltre a contenere la roccia madre, ha delle buone qualità di roccia serbatoio, così come evidenziato dai pozzi Irminio 4R dir. e 5RR dir..

Il reservoir della Mila risulta costituito da lenti calcaree e calcareo dolomitiche, fratturate, costruite su un basamento dolomitico che, lateralmente e al tetto, sono coperti da sedimenti impermeabili. Le costruzioni algali, di forma lentiforme, risultano essere a volte isolate e in altri casi giustapposte sia verticalmente che lateralmente, costituendo così una certa continuità

laterale. Conseguentemente la distribuzione areale del reservoir è di difficile valutazione. Il valore di porosità è mediamente del 3% e la produzione di olio dovrebbe avvenire principalmente grazie alla presenza di un sistema di microfratture.

Formazione Sciacca (Gela): è il reservoir più importante di tutto il settore orientale del Canale di Sicilia e del Plateau Ibleo (giacimenti di Gela, Ragusa e Tresauro). È costituita da un complesso dolomitico di età triassica, depositosi in ambiente da subtidale a sopratidale.

La porosità è di tipo vacuolare e per fatturazione. Le analisi fatte sui giacimenti del Plateau Ibleo indicano una porosità media di 5-6%. La roccia madre principale è la Formazione Noto nella sua porzione retica, con contributo variabile dalle sequenze argillose della Formazione Streppenosa.

Gli studi geochimici eseguiti nell'area del Plateau Ibleo forniscono per la Formazione Streppenosa, soprattutto per la sua porzione inferiore di età retica, indicazioni di discreta roccia madre, attualmente matura ed in grado di generare idrocarburi liquidi e gassosi. La materia organica è caratterizzata da un kerogene di tipo III, di derivazione prevalentemente continentale, con TOC medio 0,3-1% e Potenziale Petrolifero 0,3-1,5 Kg HC/Ton di roccia. Le scarse caratteristiche naftogeniche di questa formazione sarebbero compensate dai notevoli spessori della formazione stessa.

Nella **Figura n. 7** è riportata la distribuzione delle "rocce madre" nota per l'area dell'Avampaese Ibleo / Canale di Sicilia.

Gli studi geochimici forniscono inoltre per la Formazione Noto, indicazioni di roccia madre di buona qualità, attualmente matura ed in grado di produrre idrocarburi principalmente liquidi. La materia organica, concentrata principalmente nei livelli argillosi, è caratterizzata da un kerogene di tipo II, derivato da un mixing di materia organica marina e continentale. Il valore di TOC medio è pari al 4%, mentre il Potenziale Petrolifero medio è di 2-5 Kg HC/Ton di roccia.

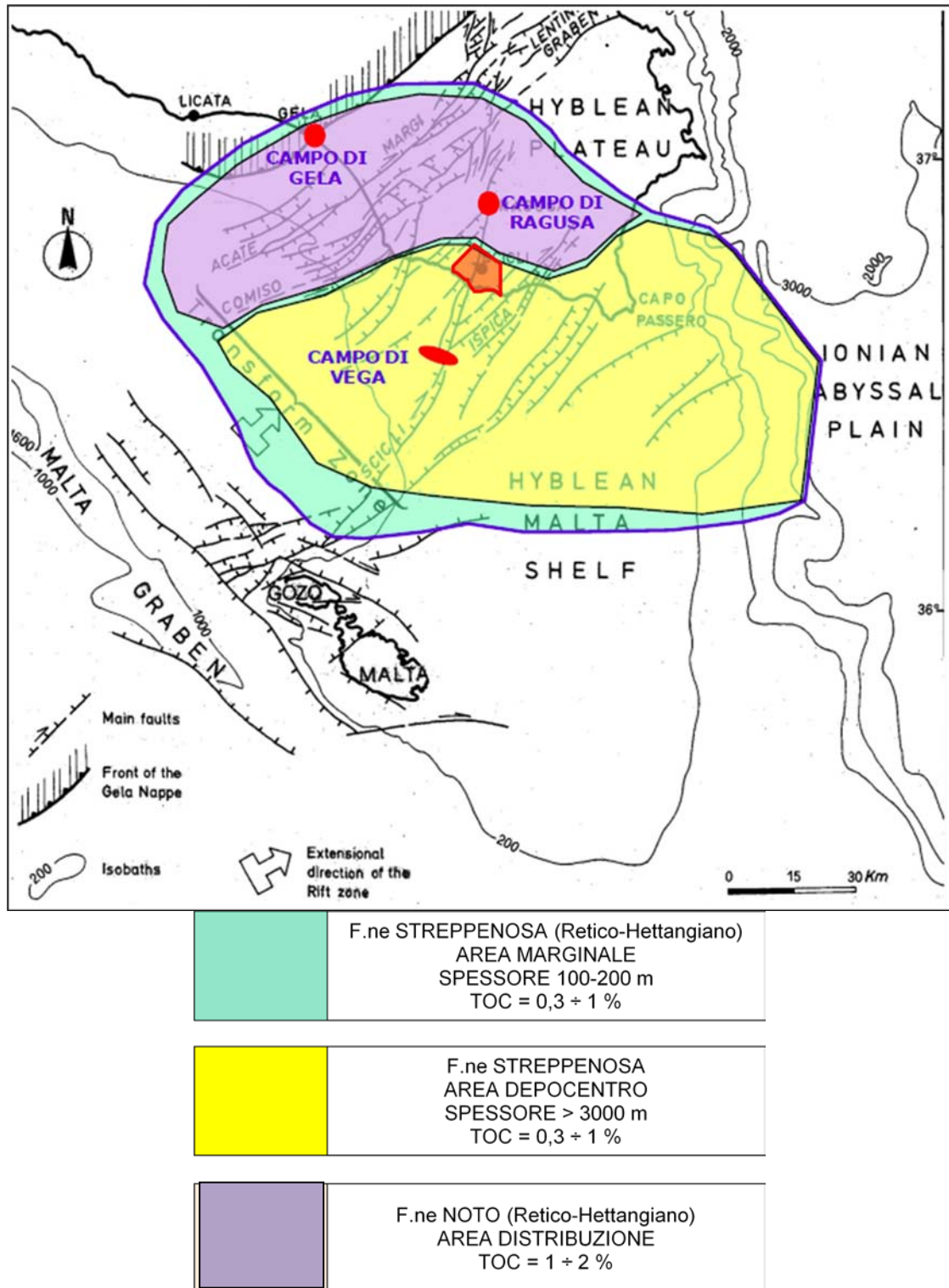


Figura n. 7: distribuzione regionale delle Rocce Madri

2.3 DESCRIZIONE DELLE TECNOLOGIE DI RICERCA

Il rilevamento geofisico in progetto consiste nella registrazione strumentale di segnali riflessi dalle superfici di discontinuità presenti nel sottosuolo. Tali discontinuità sono dovute alla diversa natura litologica dei terreni e/o ai reciproci rapporti di giacitura (direzione, immersione e inclinazione degli strati). Fra i metodi di indagine del sottosuolo, utilizzati nella ricerca di idrocarburi, i più efficaci sono quelli geofisici (rifrazione e riflessione), che si basano sui diversi tempi di propagazione delle onde elastiche nei vari tipi di rocce e che permettono, opportunamente interpretati unitamente a tutti i dati geologici disponibili, di ricostruire le successioni litologiche, le profondità ed il loro assetto tettonico-strutturale.

Nel presente programma di ricerca è previsto un rilievo geofisico con il metodo a riflessione.

2.3.1 Prospezione mediante il metodo geofisico

Il rilievo geofisico a riflessione consente di riconoscere e ricostruire la struttura e giacitura delle formazioni geologiche, fino alle profondità di interesse minerario. Il principio fisico, su cui si basa questo metodo di studio del sottosuolo, è il seguente: la generazione artificiale di un impulso meccanico provoca nel terreno la propagazione di onde elastiche, che si trasmettono in ogni direzione. In corrispondenza di superfici di discontinuità e di separazione tra rocce con caratteristiche meccaniche differenti, le onde subiscono deviazioni, con conseguenti rifrazioni o riflessioni in funzione dell'angolo di incidenza. Le onde rifratte continuano a propagarsi, con velocità e caratteristiche differenti a seconda del mezzo attraversato. Gli strumenti di rilevamento utilizzati per captare le onde riflesse, analoghi per i diversi tipi di prospezione geofisica, risultano essenzialmente i seguenti:

- stendimenti di geofoni;
- strumentazione di superficie per la registrazione delle onde riflesse dagli strati nel sottosuolo (**Figura n. 8**).

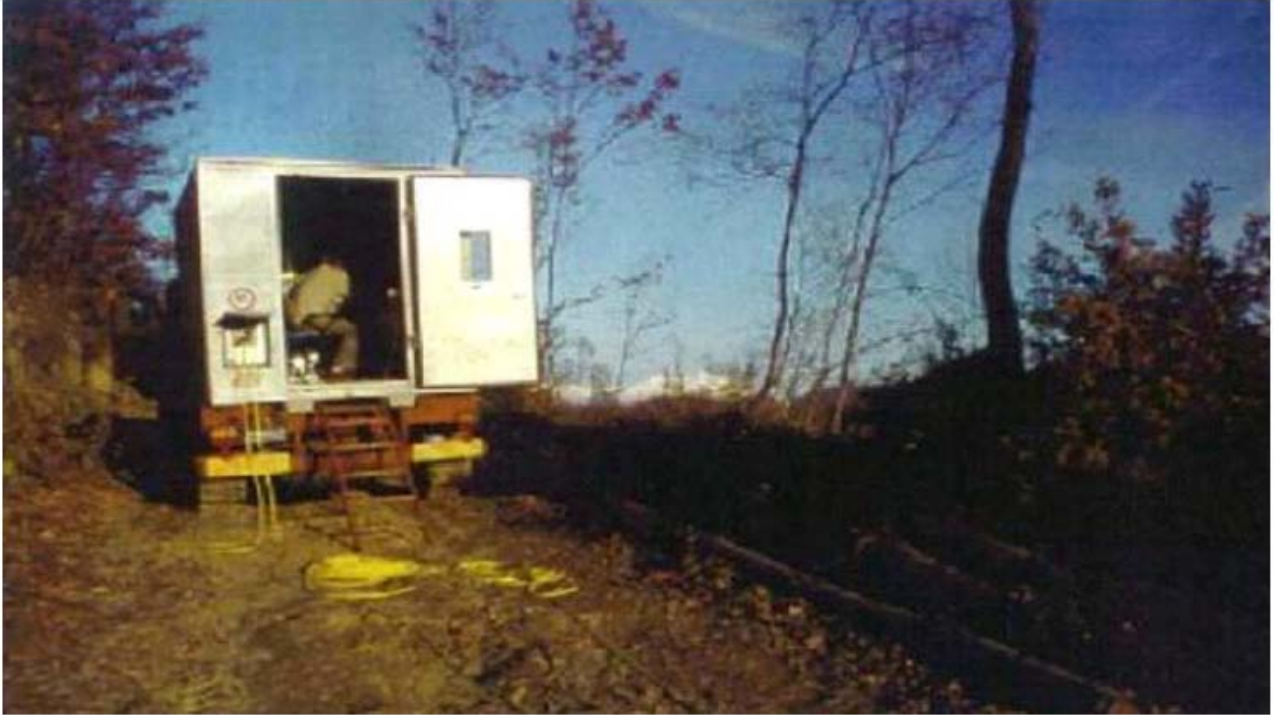


Figura n. 8: Automezzo per acquisizione (carro del registro)

Attraverso lo studio dei tempi di percorrenza delle onde elastiche e della loro velocità, si può risalire alla disposizione geometrica ed alle proprietà meccaniche delle rocce presenti in profondità nelle aree investigate. I dati così acquisiti possono, quindi, essere opportunamente elaborati e interpretati.

2.3.2 Tipologia delle sorgenti di onde elastiche

Le sorgenti impiegate per l'energizzazione del terreno sono molteplici e differenti tra loro: esse servono a determinare artificialmente una serie di onde elastiche che si propagano nel terreno.

Nell'ambito del programma di ricerca in oggetto, le sorgenti di onde elastiche saranno di un solo tipo: si utilizzeranno Vibroseis montati su camion (Figura n. 9, 10, 11, 12).



Figura n. 9: Autocarro Vibroseis



Figura n. 10: Vibroseis leggero montato su mezzo agricolo operativo in area appenninica



Figura n. 11: Acquisizione mediante sorgente a vibrazione

2.3.3 Progettazione di una campagna di acquisizione geofisica

La progettazione di un rilievo geofisico, riassunta schematicamente nel diagramma seguente, è funzione dell'obiettivo di ricerca e della litologia attraversata. Definendo quindi le caratteristiche tecniche del rilievo, si pianifica l'ubicazione preliminare dei punti di energizzazione e di quelli di registrazione. Entrambi vengono solitamente posti lungo profili rettilinei (linee di registrazione ed energizzazione) di lunghezza variabile da pochi km a diverse decine di km.

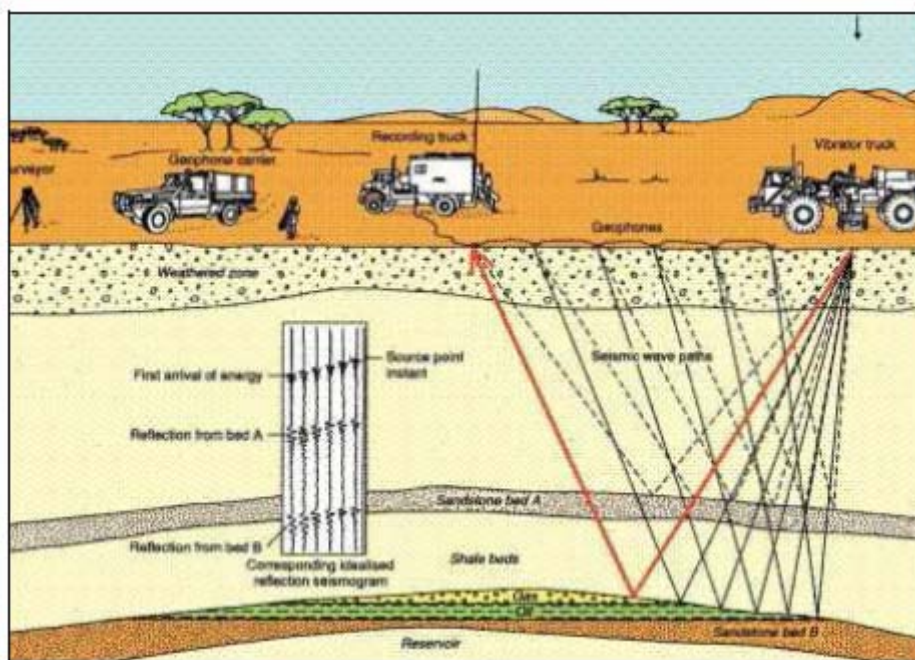
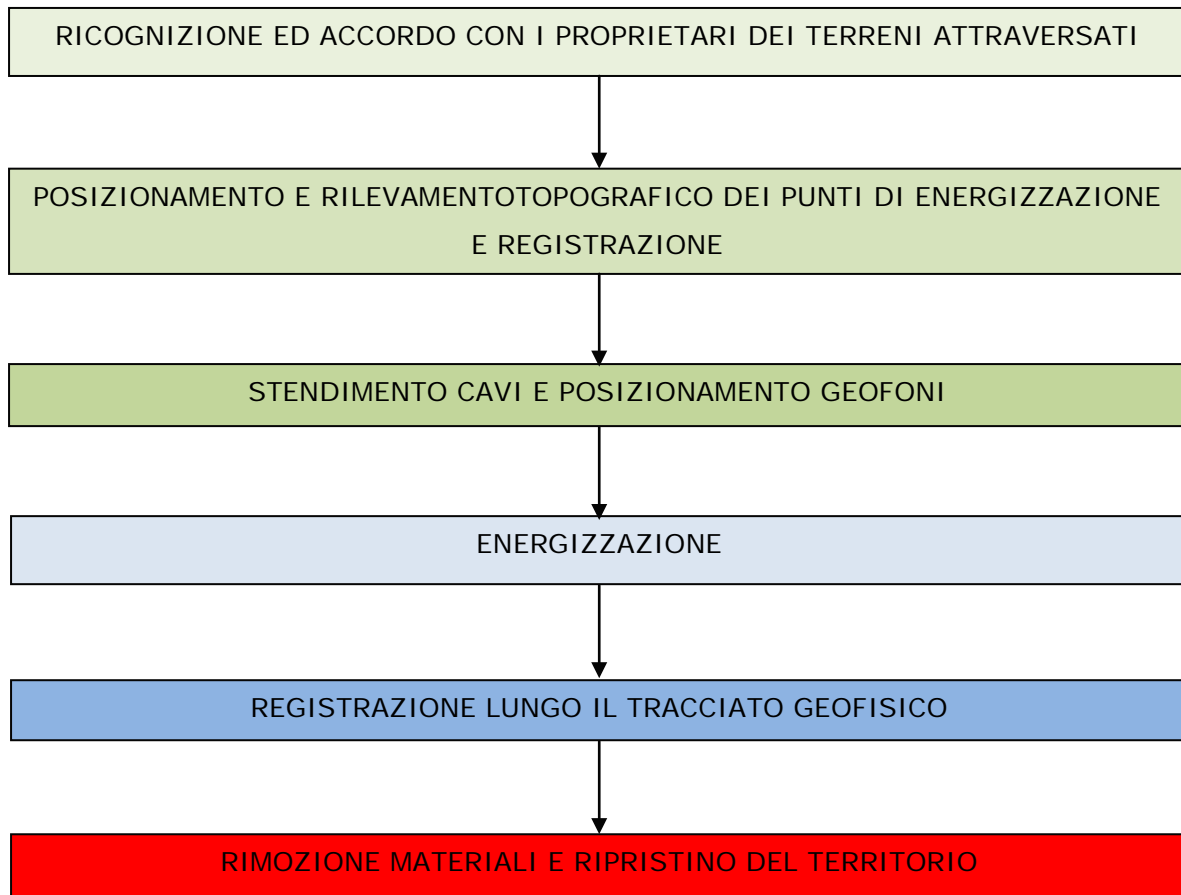


Figura n. 12: Acquisizione mediante sorgente a vibrazione



L'ubicazione effettiva dei profili viene poi realizzata dopo sopralluoghi in loco, tenendo conto delle varie caratteristiche ambientali (tipi e quantità di essenze vegetali, manufatti, siti archeologici ecc.) e della morfologia del territorio. La scelta del metodo di generazione delle onde elastiche (sorgente) è controllata da considerazioni tecniche, ambientali e morfologiche.

Le onde elastiche generate dalla sorgente di energizzazione verranno registrate da piccoli sismografi (geofoni) abitualmente di frequenza propria di 10 Hz (**Figura n. 13**), che sono posti generalmente lungo un profilo in gruppi di 12-16 distanziati di ca. 2 m l'uno dall'altro. I geofoni sono collegati a stazioni remote (cassette) che provvedono al filtraggio ed alla digitalizzazione dei dati. I dati, in forma digitale, vengono trasferiti, tramite cavo, ad una unità di registrazione montata su camion.



Figura n. 13: Posizionamento dei geofoni

I dati vengono abitualmente registrati su supporto digitale e quindi spediti ad un centro di calcolo per la loro elaborazione fino all'ottenimento di una "sezione geofisica". **L'effetto meccanico prodotto da queste sorgenti di energia risulta essere assolutamente innocuo a persone, animali, manufatti ed ambiente naturale, già a pochi metri di distanza.**

2.3.4 Tipologia degli stendimenti ed ubicazioni

Il programma geofisico, ossia la disposizione ed ubicazione sul terreno delle linee da rilevare, viene stabilito in base alla valutazione del potenziale minerario dell'area. Tali linee, compatibilmente con l'assetto topografico locale, hanno generalmente un andamento rettilineo. Per meglio definire l'area da investigare, le linee di registrazione/energizzazione vengono ubicate lungo più tracciati, tra loro paralleli e perpendicolari, in modo da formare una maglia con punti di copertura comuni. Le linee vengono posizionate sul terreno mediante rilievi topografici molto accurati, che utilizzano il sistema satellitare GPS (**Figura n. 14 e Figura n. 15**). Una linea per il rilevamento geofisico è materializzata da un allineamento di punti equidistanti, detti punti di stazione, che rappresentano i centri teorici (baricentri) dei gruppi di geofoni (**Figura n. 16 e Figura n. 17**).

Il termine stendimento (o base o spread) indica l'insieme costituito dalla posizione del punto di energizzazione (shot point), che può essere collocato in un punto di stazione o in un punto intermedio, e dalle posizioni dei centri di gruppi di geofoni, utilizzati per la registrazione dell'onda generata.

I geofoni sono collegati tramite cavi (**Figura n. 19**) al sistema di registrazione (**Figura n. 20**) che è, in genere, ospitato in un automezzo apposito.

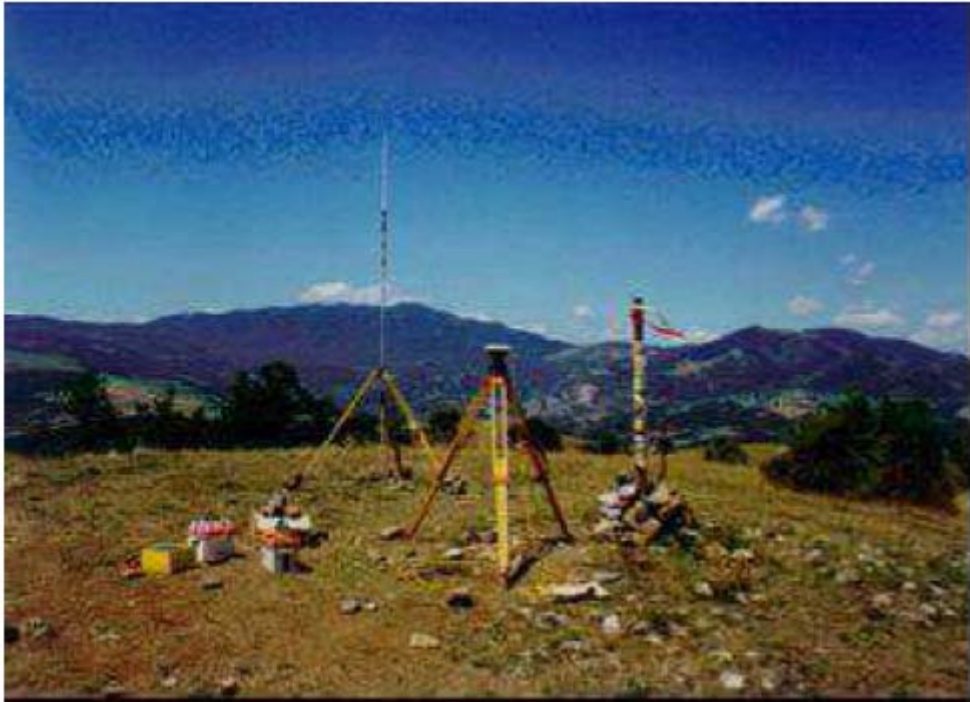


Figura n. 14: Rilievo topografico mediante uso di GPS



Figura n. 15: Rilievo topografico mediante uso di GPS

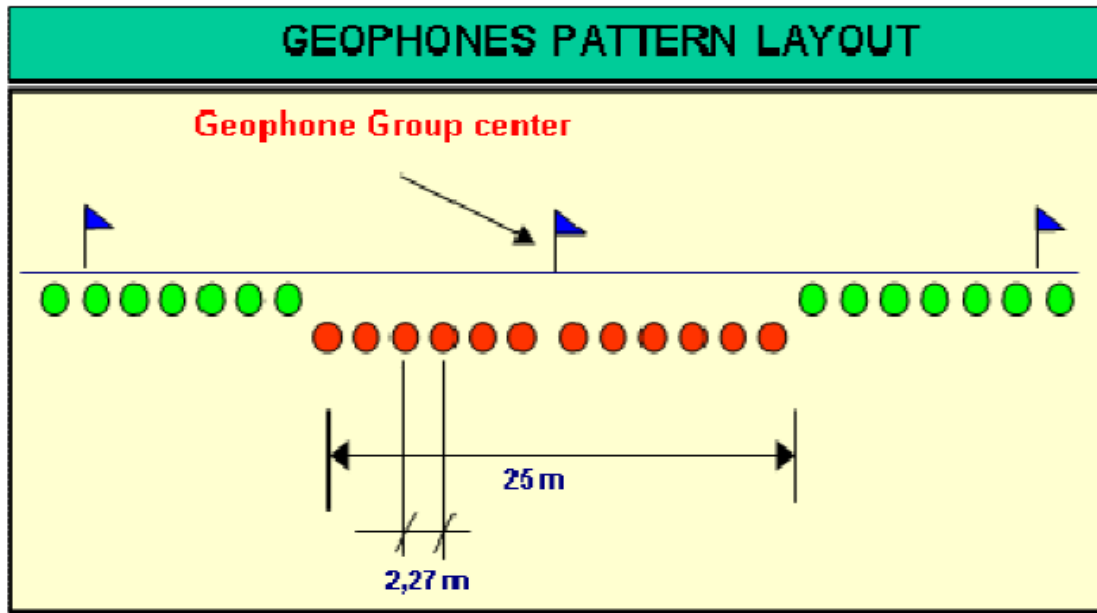


Figura n. 16: Esempio di pattern di geofoni, che prevede gruppi di 12 geofoni distanti fra loro 2,27 m, per una lunghezza totale del pattern di 25 m

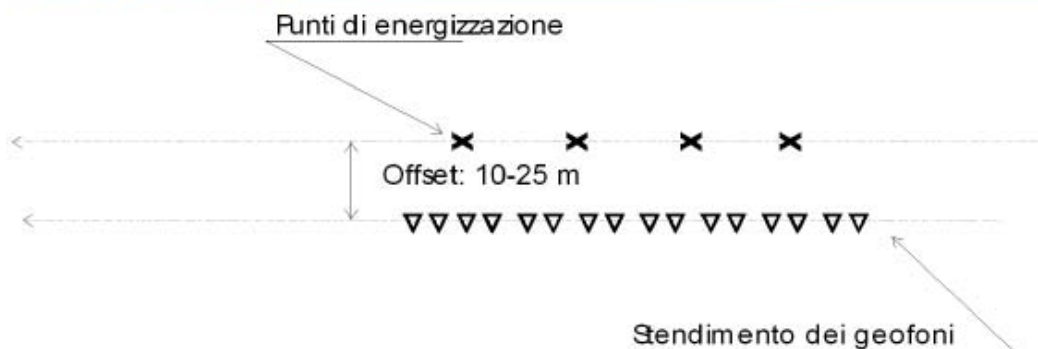


Figura n. 17: Esempio di stendimento che prevede una linea di stendimento con gruppi di 16 geofoni ed una linea di energizzazione distante dalla prima 10-25 m; nella foto si vede un Vibroseis montato su trattore agricolo che procede sul campo arato, parallelamente alla linea dei geofoni, con offset di ca. 6 m



Figura n. 18: Stesura dei cavi, dei geofoni e della strumentazione



Figura n. 19: Sistema di registrazione

A seconda della posizione del punto di energizzazione rispetto ai geofoni, si hanno diversi tipi di stendimento, che possono essere utilizzati nell'ambito di un singolo progetto (grid di linee da rilevare in un'area stabilita) dipendente dalle condizioni locali ed ai vincoli tecnici imposti dalla geologia dell'obiettivo da investigare.

Dal punto di vista prettamente operativo la squadra topografica ha il compito di tracciare sul terreno tutte le linee, materializzandole mediante picchetti in legno disposti ad intervalli prefissati, che rappresentano i punti di stazione (baricentro teorico dei gruppi di geofoni) e di segnalare la posizione dei punti di energizzazione.

Ovviamente la vicinanza di luoghi abitati, strade, ponti, ferrovie, acquedotti, fabbriche, metanodotti ed in generale qualsiasi tipologia di manufatto sarà tenuta in considerazione. La fase progettuale tiene già conto di questi elementi pur non

essendoci rischi ed il programma viene modificato e adattato in funzione dell'ambiente antropico esistente così come delle normative vigenti, sia dal punto di vista della sicurezza che da quello ambientale; talvolta il programma deve essere modificato in campagna per l'insorgere di impedimenti imprevisti.

Lo stendimento dei cavi e dei geofoni segue il tracciato topografico della linea. Nel caso della viabilità ordinaria, i cavi di colorazione ben visibile vengono posizionati parallelamente ad essa ed al lato della stessa (**Figura n. 20 e Figura n. 21**); l'eventuale attraversamento di strade con i cavi avviene secondo le modalità indicate dagli organi di competenza (Anas, Polstrada, Vigilanza Urbana ecc.). **Per lo stendimento di cavi, geofoni e apparecchiature elettroniche su fondi privati, l'accesso avviene solo a piedi e dietro consenso del proprietario.**



Figura n. 20: Esempio di stendimento geofoni su strada



Figura n. 21: Esempio di stendimento geofoni su strada sterrata

Il posizionamento dei sensori e dei punti di energizzazione sarà curato nei minimi particolari, in modo da ridurre al minimo l'impatto ambientale sia sul terreno che sulle attività svolte dalla popolazione residente. **Le operazioni si svolgeranno durante le ore diurne.** Gli allineamenti teorici dei punti di registrazione e di energizzazione potranno subire alcune variazioni a seguito di problemi ambientali (es. pessime condizioni meteo, aree non attraversabili, culture di pregio) ed operativi (es. presenza di metanodotti, acquedotti, pozzi ecc.) che potrebbero emergere durante le ricognizioni di dettaglio delle linee sul terreno in fase di realizzazione del progetto. Per gli eventuali punti di energizzazione posizionati, secondo quanto previsto dal programma teorico, in prossimità di sistemi di captazione idrica (sia ad uso potabile che irriguo) e/o di manufatti sensibili, verranno adottate adeguate procedure di sicurezza quali, ad esempio, l'effettuazione di prove vibrometriche in prossimità di manufatti sensibili, al fine di poter stabilire con estrema precisione la distanza di sicurezza a margine di detti manufatti.

2.3.5 Energizzazione a vibroseis

L'energizzazione sarà di un solo tipo:

1. Vibroseis (100%)

Come già accennato nei paragrafi precedenti, le operazioni di rilievo geofisico in progetto nel permesso di ricerca, saranno realizzate utilizzando la metodologia di energizzazione per mezzo di massa vibrante su camion (Vibroseis).

Le operazioni di campagna possono essere, in via indicativa, distinte in n. 4 sottofasi operative (tale distinzione è stata operata privilegiando rispetto ai reali criteri di operatività temporale, valutazioni relative ai possibili impatti indotti ed alle conseguenti operazioni di minimizzazione). Le sottofasi identificate sono così sintetizzate:

- a) transito dei mezzi di energizzazione (VIBRATORI) in avvicinamento ai punti di energizzazione;
- b) operazioni manuali di tracciamento topografico delle linee e stesura di cavi e sensori;
- c) operazioni di energizzazione del terreno e registrazione del segnale;
- d) ripristino del sito dopo il passaggio dei mezzi.

Relativamente a ciascuna di tali sottofasi operative si è proceduto alla valutazione preliminare di fattibilità ed alle conseguenti limitazioni imposte dalle situazioni ambientali riscontrate. Per tale valutazione si è considerato che, mediamente, la permanenza di una squadra in una singola località è breve e varia tra i 2 ed i 4 giorni complessivamente per tutte le operazioni: stendere i cavi, registrare, recuperare i cavi e ripulire i picchetti, nastri di segnalazione ecc. Per quanto concerne i tempi complessivi di esecuzione, per la produzione di un gruppo a riflessione con vibroseis e relative attività di recupero e ripristino finale, si possono considerare ca. 50 km/mese.

A) Transito dei mezzi (vibratori) in avvicinamento ai punti di energizzazione

Tale fase riguarda di fatto un' operazione preliminare e propedeutica al rilievo vero e proprio e contempla le necessarie movimentazioni sul territorio dei mezzi di trasporto delle attrezzature di energizzazione e dei mezzi minori utilizzati per il trasporto di cose e persone, durante le fasi di spostamento per raggiungere e ritornare dalle aree di esecuzione delle tratte di rilievo giornaliero. In relazione alla tipologia ed al numero dei mezzi di appoggio per i topografi e per il personale incaricato della stesura dei cavi e sensori, costituiti da una decina di auto fuoristrada o mezzi furgonati, si può con certezza affermare che **il relativo impatto sulla viabilità sia da considerarsi pressoché nullo in quanto costituente una presenza occasionale e comunque totalmente simile a quella già esistente sul territorio**. Di fatto trattasi di mezzi con caratteristiche simili a quelle di un camion motrice a pieno carico, con una velocità di spostamento su strada analoga a quella di un normale mezzo di trasporto pesante, e sono pertanto, assimilabili a quanto già in transito sulla rete viaria locale. Durante le fasi di spostamento, i vibratorii (che viaggiano in un gruppo) transiteranno seguendo la viabilità principale, specie per quanto concerne l'attraversamento dei centri abitati; in relazione alle esperienze già maturate in passato, il movimento su strada viene comunque effettuato mantenendo una distanza tra i singoli mezzi tale da permettere un agevole superamento da parte del normale traffico.

B) Operazioni manuali di tracciamento topografico delle linee e stesura di cavi e sensori

Tale fase riguarda le operazioni condotte da squadre composte da 4-6 operatori, generalmente appoggiati da 1-2 autoveicoli (furgone o fuoristrada), pertinenti l'esecuzione del rilievo topografico sia per il tracciamento della linea di rilievo geofisico, sia per l'identificazione dei punti di energizzazione sul terreno, nonché la posa in superficie dei sensori (geofoni) e dei relativi cavi di collegamento ed il successivo recupero. Le predette operazioni riguarderanno i tracciati del rilievo per intervalli progressivi della lunghezza massima di 8-10 km, sui quali i lavori svolti dalle squadre incaricate verranno effettuati e completati nell'arco delle 24-48 ore, in una unica soluzione. La presenza sul territorio delle squadre e delle relative attrezzature è pertanto da considerarsi totalmente occasionale e di nessun impatto. Per quanto riguarda i materiali utilizzati, se si escludono i mezzi di appoggio (comunque riconducibili a normali veicoli fuoristrada e furgonati) questi sono costituiti unicamente da cavi elettrici di piccolo diametro attraversati da tensioni di 12 V, collegati a sensori (geofoni) e segnaletica provvisoria. Con specifico riguardo ai sensori (geofoni), questi sono riconducibili a semplici apparecchiature a picchetto o scatolari di dimensione decimetrica che possono essere appoggiati o infissi sul terreno superficiale per rilevare le accelerazioni trasmesse al terreno. Anche in questo caso, per la tipologia delle operazioni previste, eseguite prevalentemente da personale a piedi, affiancato da mezzi leggeri che possono transitare e sostare in un raggio di azione nell'ordine dei 200-300 m, si può affermare che il relativo impatto sia da considerarsi nullo, anche in relazione alla occasionalità di svolgimento delle operazioni sulle singole tratte di rilievo.

C) Operazioni di energizzazione del terreno e contestuale registrazione del segnale

Tale fase riguarda le operazioni condotte da squadra composta da 3-5 camion trasportanti la massa vibrante. In particolare le operazioni previste comportano la trasmissione al terreno di vibrazioni da parte di una piastra montate su ciascun camion, avente una massa di circa 2 tonnellate collegata con un vibratore idraulico. L'impulso trasmesso al terreno ha una durata media di 10 secondi e massima di 16 secondi con una frequenza variabile tra 12 e 80 Hz (tali parametri saranno definiti in forma conclusiva solo a seguito dell'effettuazione di specifici test preliminari).

L'energizzazione del terreno è effettuata secondo posizionamenti successivi, in progressione secondo intervalli nell'ordine dei 40 m. Per ogni singolo punto di stazionamento, in relazione alla necessità di posizionare gli autoveicoli tra loro ravvicinati e di pervenire ad un sicuro collegamento e sincronizzazione delle apparecchiature, è previsto un tempo operativo nell'ordine massimo dei 10-15 minuti. L'energia viene distribuita generalmente su più Vibroseis disposti in fila a costituire un gruppo o pattern (**Figura n. 22**).



Figura n. 22: Pattern di vibroseis

Generalmente l'energizzazione viene ripetuta spostando sia il gruppo di Vibroseis di qualche metro (move up distance) che i dati sommati (vertical stacking, **Figura n. 23**). Quello che resta dopo una vibrata è semplicemente una zona (circa 1 m x 1 m) di terreno compattato. Altra caratteristica fondamentale di questa tecnologia è il totale controllo sull'energia emessa, avendo la possibilità di variare in qualsiasi momento il carico applicato alla piastra, il tempo di energizzazione, il numero di Vibroseis e il range di frequenze immesse.

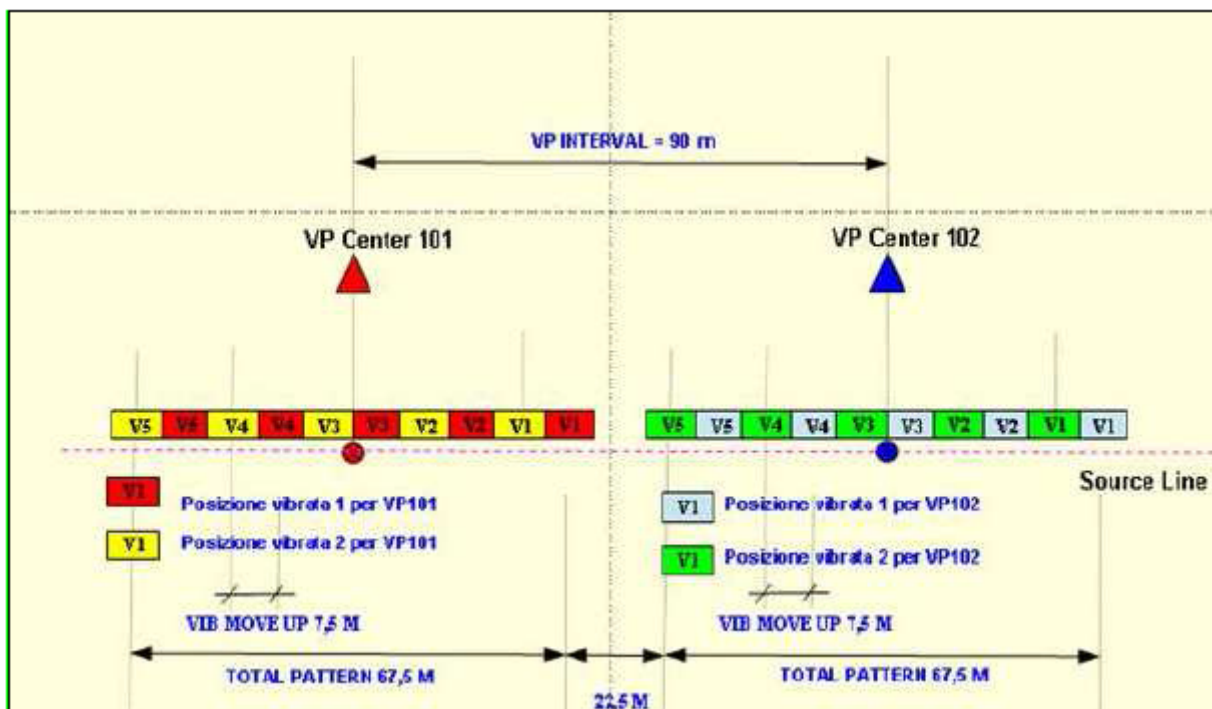


Figura n. 23: Schema di avanzamento del Vibroseis

Anche per questa fase operativa, similmente a quelle già descritte, la permanenza dei mezzi e operatori sulle singole tratte di rilievo si esaurirà nell'arco massimo della giornata. In relazione alle specifiche modalità di acquisizione proposte, le operazioni di energizzazione verranno effettuate per la quasi totalità "su strada", operando preferenzialmente sulle aree sterrate poste a margine banchina (**Figura n. 24**). In via nettamente subordinata e occasionale è possibile l'effettuazione di operazioni di energizzazione entro le aree agricole, finalizzate unicamente alla copertura di eventuali "fallanze" di idonei punti di energizzazione sulla rete viaria esistente. Per quanto riguarda i possibili impatti indotti dalle operazioni sopra descritte, questi possono essere considerati estremamente ridotti e comunque riconducibili al transito per il posizionamento dei mezzi (per il quale valgono le considerazioni già fatte in precedenza relativamente alle operazioni di transito in avvicinamento) nonché alle vibrazioni indotte. Per quanto riguarda questo ultimo aspetto, le onde elastiche che vengono generate sono caratterizzate da una bassissima intensità; la sorgente di energia artificiale, infatti, genera delle onde con una frequenza compresa tra 12 e 80 Hz e con una energia cinetica indotta già insignificante a pochi metri dalla sorgente. Il metodo basato sull'utilizzo di Vibratori prevede l'energizzazione del terreno attraverso sollecitazioni a carattere ondulatorio a limitata energia e con una durata dell'impulso normalmente pari a 10-16 secondi. Il vibratore è costituito da un pistone idraulico che esercita una forza tra una massa di reazione ed una piattaforma montata su apposito veicolo.

Tale piattaforma viene messa in contatto con il terreno in modo che su di essa venga scaricato parte del peso del veicolo; il movimento del pistone è controllato da un sistema di valvole idrauliche che converte un impulso elettrico di riferimento in un flusso di olio idraulico e che gestisce la massa di reazione.



Figura n. 24: Esempio di vibratore predisposto per l'energizzazione del terreno

Questa tecnica provoca interferenze praticamente nulle sull'ambiente naturale. In questa maniera si ha l'immissione nel terreno, già dal punto d'origine, di onde con velocità di oscillazione molto bassa e quindi non dannose rispetto ad eventuali infrastrutture o costruzioni (Figura n. 25). **Per quanto riguarda le possibili influenze su cose e persone, sulla base delle esperienze già maturate (operazioni simili sono state condotte in passato anche entro aree urbane e monumentali) si può escludere a priori ogni possibile interferenza o modificazione delle condizioni di assetamento del terreno.** Le vibrazioni prodotte nel terreno sono difficilmente percepibili già a pochi metri dalla sorgente (fino a 25 m si percepiscono le onde a bassa frequenza, a 75 m ogni percezione scompare).



Figura n. 25: Esempio di utilizzo di Vibroseis in prossimità di beni architettonici

La ridotta ampiezza delle vibrazioni prodotte permette, quindi, l'impiego di questa tecnica anche nei centri urbani. Ai fini del presente studio, si ritiene comunque doveroso procedere ad una breve analisi delle possibili percezioni da parte di persone ed edifici.

Preme comunque precisare che, in relazione a quanto previsto dalle normative vigenti in argomento alla sicurezza dei lavori di energizzazione del terreno con piastra vibrante si è pervenuti alla determinazione di mantenere, in occasione delle operazioni condotte a mezzo Vibratori, le distanze di tutela già previste dalla normativa vigente, equivalenti a 50 m. In questo senso si osserva che, con i Vibratori viene trasmessa al terreno una sollecitazione a carattere ondulatorio caratterizzata da limitata quantità di energia, seppure a fronte di una

durata relativamente maggiore e pari ad alcuni secondi. **In relazione alle considerazioni sopra esposte si può pertanto affermare che i Vibratori presentano un potenziale impatto praticamente nullo.**

D) Ripristino del sito dopo il passaggio del mezzo

Terminata la prospezione e ritirati i cablaggi ed i geofoni, una squadra apposita provvede allo sgombero di quanto eventualmente lasciato sul terreno, come banderuole e picchetti di segnalazione e a cancellare le tracce della ricerca. In questa fase, in accordo con i proprietari dei terreni attraversati, verranno anche eseguite e controllate le eventuali azioni di ripristino specificamente richieste dai proprietari e dalle varie autorità che governano il territorio quali: manutenzione della viabilità minore, piantumazioni, ripristino dello stato di erpicatura dei terreni attraversati dai mezzi ecc.

3. NORMATIVA TECNICA E STANDARD DI RIFERIMENTO

L'esecuzione dell'attività di indagine geofisica, svolta da una società contrattista specializzata sarà eseguita nel pieno rispetto della regolamentazione imposta dalle Leggi vigenti in materia e degli standard internazionali tecnici ed ambientali dell'IAGC (International Association of Geophysical Contractors). Per quanto riguarda gli specifici adempimenti preventivi, questi sono così riassunti:

- Autorizzazione dai Comuni e dai proprietari dei poderi e terreni attraversati

La specifica legislazione e bibliografia di riferimento è così riassunta:

- Legge di P.S. - Regio Decreto del 18/6/1931 n. 773 e successive modifiche
- Regolamento di P.S. - Regio Decreto del 6/5/1940 n. 635 e successive modifiche
- Norme di Polizia delle Miniere e delle Cave - D.P.R. del 9/4/1959 n. 128
- Norme in materia di protezione dei lavoratori dal rumore - D. Lgs. del 9/4/2008 n. 81
- DIN STANDARD 4150 (RTF, 1983)
- Linee guida E&P Forum (The Oil Industry International Exploration and Production Forum - London)
- Linee guida IAGC (International Association Geophysical Contractors - Houston - USA)
- "Manuale tecnico su Prospezione, Ricerca e Coltivazione di Idrocarburi.

Parte I: Prospezione e Metodologie geofisiche.

Parte II: Perforazione" Protocollo d'Intesa tra Ministero dell'Ambiente e Assomineraria, maggio 2000.