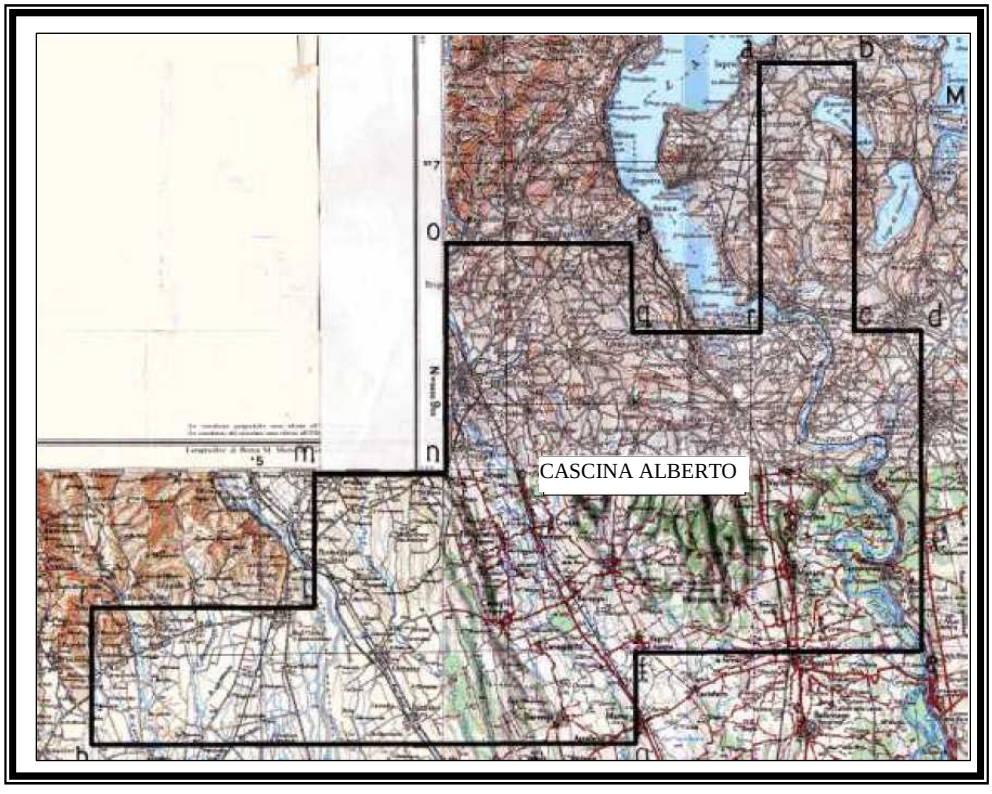
Northern Petroleum (UK) Ltd

Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi
CASCINA ALBERTO

PROGETTO PRELIMINARE



Ottobre 2012

Sommario

Sommario 2

1 Progetto Preliminare 3
1.1 Generalità dell'intervento 3
1.1.1 Finalità dell'intervento 3
1.1.2 Ubicazione dell'area 3
1.2 Programma Lavori 5
1.2.1 PRIMA FASE: studi geologici, reprocessing di dati geofisici esistenti 5
1.2.2 Eventuale SECONDA FASE: acquisizione di nuovi dati geofisici 5
1.2.3 Eventuale TERZA FASE: perforazione di un pozzo esplorativo 6
1.3 Descrizione della prospezione geofisica 6
1.3.1 Scopo 6
1.3.2 Metodi 7
1.3.3 Rilievi 2D e 3D 8
1.3.4 Tecnica di energizzazione con esplosivo 8
1.3.5 Tecnica di energizzazione con Vibroseis 12
1.3.6 Propagazione delle vibrazioni 13
1.3.7 Geofoni e unità di registrazione 14
1.3.8 Descrizione delle operazioni di una prospezione geofisica 16
1.3.9 Tempi di esecuzione 18

1 Progetto Preliminare

1.1 Generalità dell'intervento

1.1.1 Finalità dell'intervento

L'istanza di permesso di ricerca di Idrocarburi denominata attualmente "Cascina Alberto" è stata presentata in data 28 Luglio 2004 (pubblicata sul BUIG n.48-8 del 31/08/2004) da Northern Petroleum UK con nome "Gattinara". Tale nome è stato successivamente modificato, con pubblicazione sul BUIG n.52-3 del 31/03/2008, in "Cascina Alberto". Tale area ricade a cavallo tra le regioni Lombardia e Piemonte ed in particolare tra i territori provinciali di Novara, Vercelli, Biella e Varese.
Gli obiettivi principali della ricerca di idrocarburi per l'area in esame sono rappresentati dai temi di ricerca tipici dell'area quali:

- I carbonati di piattaforma Triassici tipicamente caratterizzati da olio e condensati;
- I livelli sabbiosi di avanfossa alpina di età Miocenica, tipicamente caratterizzati da gas di origine termogenica;
- I livelli sabbiosi di avanfossa Apenninica di età Plio-Pleistocenica e caratterizzati da gas di tipo biogenico.

L'obiettivo principale dell'esplorazione per idrocarburi è rappresentato dai carbonati di Piattaforma Triassica che si trovano a profondità medio-alte e che rappresentano anche le principali rocce serbatoio dei giacimenti scoperti in questa parte del bacino sedimentario della Valle del Po.

I livelli sabbiosi Miocenici e Plio-Pleistocenici rappresentano obiettivi secondari che hanno caratteristiche litologiche e petrofisiche differenti rispetto ai carbonati Triassici. Infatti se da un lato i depositi triassici sono rappresentati da rocce di origine carbonatica di estensione e spessore molto ampi e con proprietà petrofisiche della matrice medio-basse (porosità 1-8%, permeabilità inferiore alle decine di millidarcy) ma intensa fatturazione, i depositi Miocenici-Plio-Pleistocenici sono tipicamente associati a sedimentazione di tipo bacinale con intercalazione di argille e sabbie di origine torbiditico che presentano estensione e spessori variabili e caratteristiche petrofisiche della matrice medio-alte (porosità 10-28% e permeabilità di decine di millidarcy) ma con intensità di fatturazione minima.

1.1.2 Ubicazione dell'area

L'area del permesso di ricerca "CASCINA ALBERTO" è ubicata a cavallo tra le regioni Piemonte e Lombardia e si estende su una superficie di 462.14 km^2.

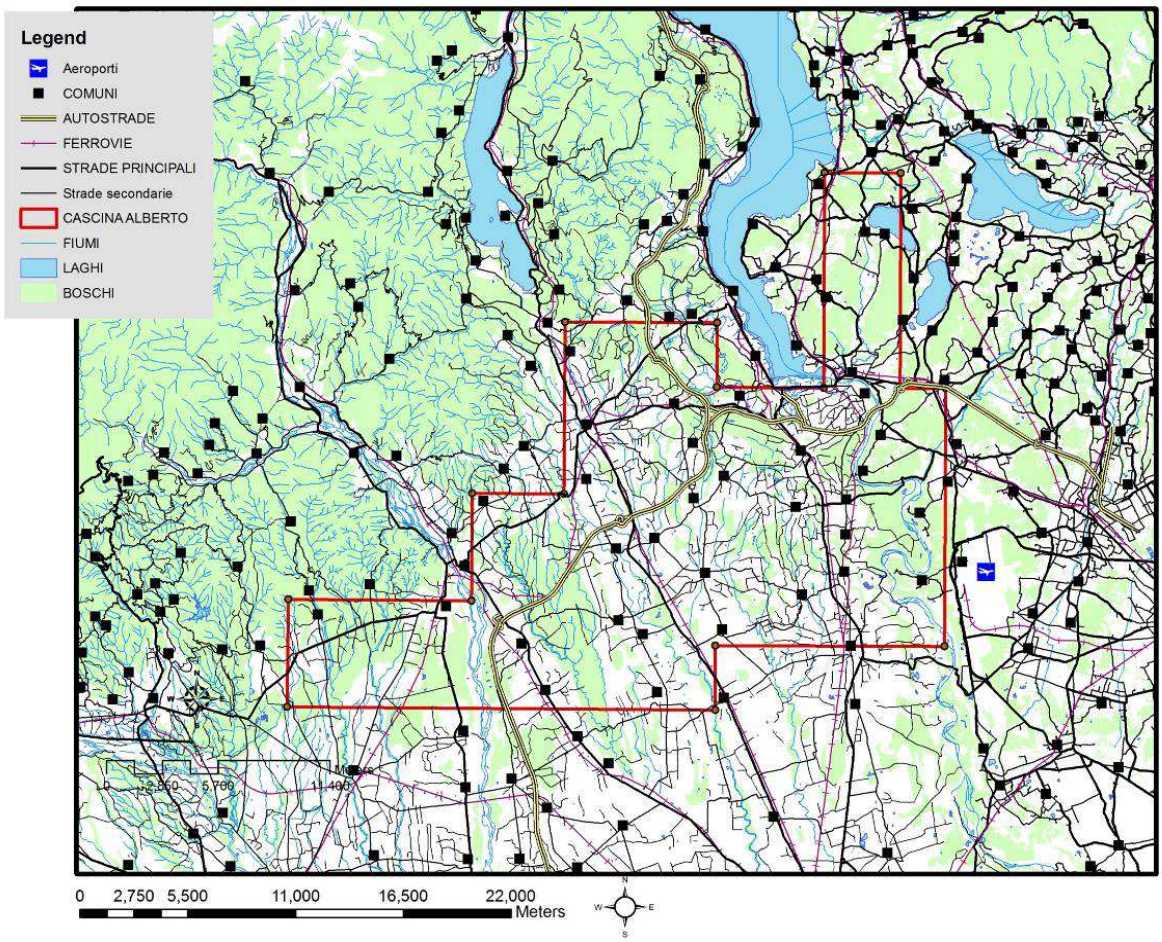


Figura 1-1 Confini dell'area di studio denominata "Cascina Alberto". L'area ricade regioni Lombardia e Piemonte e nelle provincie di Novara, Vercelli, Biella e Varese.

Allo stato attuale delle conoscenze geominerarie dell'area, è stata in via preliminare individuata una fascia sulla quale condurre l'indagine geofisica durante la eventuale Fase 2 del programma lavori. Tale fascia, di dimensioni pari a circa 35 kmq, è illustrata di seguito:

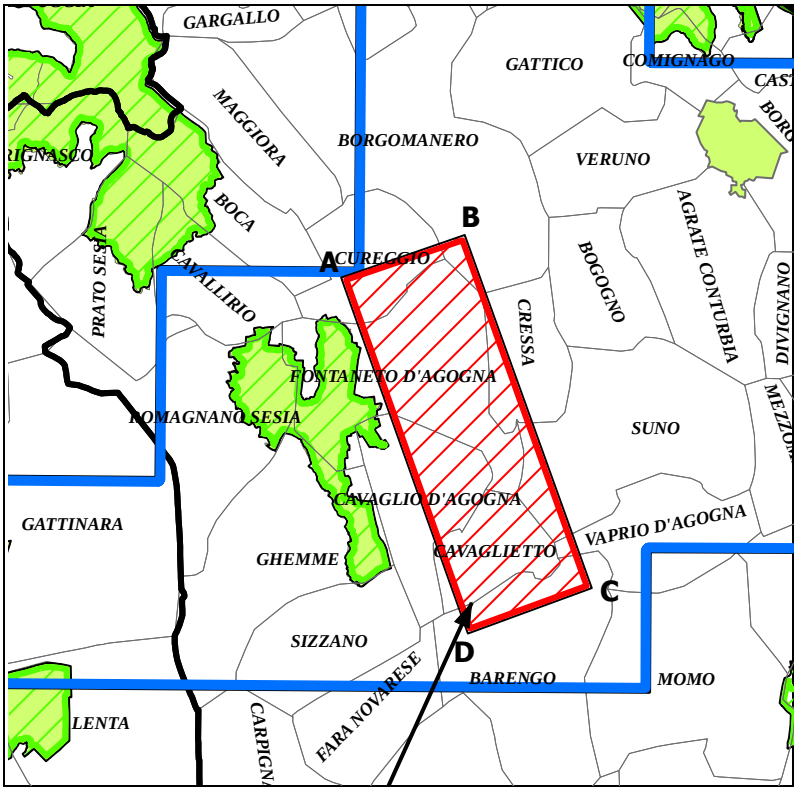


Figura 1-2 Fascia preliminare di indagine geofisica.

1.2 Programma Lavori

Il programma dei lavori da svolgere durante il periodo di vigenza del permesso “CASCINA ALBERTO” è così articolato:

1.2.1 PRIMA FASE: studi geologici, reprocessing di dati geofisici esistenti

Verrà effettuato uno studio geologico e geofisico regionale che comprende l’interpretazione di tutti dati di sottosuolo disponibili (sondaggi, sismica) e l’integrazione con i dati bibliografici e di affioramento su analoghi di superficie e di sottosuolo che presentano le stesse caratteristiche geologiche dell’area in esame. I risultati di questo studio verranno integrati nel modello geologico già in possesso.
Successivamente, in caso di dati geofisici esistenti di buona qualità e disponibili da un punto di vista tecnico/economico è previsto l'acquisto e la rielaborazione, secondo le tecnologie più all’avanguardia nel settore, di tali dati geofisici, già acquisiti da precedenti operatori nell’area interessata. Tale studio sarà finalizzato a valutare la situazione geologico strutturale dell’area e a poter eventualmente identificare le zone di maggior interesse meritevoli di ulteriore approfondimento di studio.

1.2.2 Eventuale SECONDA FASE: acquisizione di nuovi dati geofisici

Qualora gli studi precedenti mostrassero la presenza di aree di interesse esplorativo per le quali sono necessari ulteriori approfondimenti e dati, oppure i dati esistenti non fossero di qualità e quantità sufficiente per studiare l'area, è prevista l’esecuzione di una nuova campagna geofisica 2D e/o 3D.
Dal momento che la sorgente energizzante dipenderà dalle caratteristiche dell'obiettivo e delle condizioni in superficie , non è al momento possibile specificare in dettaglio quale tipo di sorgente verrà utilizzata, se vibroseis e/o esplosivo.

Al momento attuale non è possibile definire puntualmente l’ubicazione degli stendimenti e dei punti di energizzazione, che verranno definiti in dettaglio sulla base delle risultanze degli studi di prima fase. E’ stata

tuttavia definita in via preliminare un'area che allo stato delle attuali conoscenze è quella in cui si concentreranno più probabilmente le eventuali indagini geofisiche.

In ogni caso, al momento si esclude de effettuare le indagini geofisiche nelle seguenti tipologie di aree:

- Aree naturali e protette (SIC, ZPS, Parchi, Riserve, …)
- Aree archeologiche
- Alvei fluviali e corsi d'acqua tutelati

Se nel corso degli studi dovesse risultare necessario interessare con i lavori geofisici anche le tipologie aree sopra elencate, verranno richieste le apposite autorizzazioni agli enti di controllo.

1.2.3 Eventuale TERZA FASE: perforazione di un pozzo esplorativo

Qualora l'interpretazione di tutti i dati disponibili portasse all'individuazione di un prospetto di interesse minerario, verrà programmata la perforazione di un pozzo esplorativo, la cui profondità finale sarà indicativamente di 4500 m.
Al momento non è possibile definire l'ubicazione del pozzo esplorativo, pertanto tale fase del programma lavori non verrà affrontata nel presente studio. Quando sarà disponibile un progetto definitivo per il pozzo esplorativo, verrà avviata una specifica procedura di Valutazione di Impatto Ambientale.

1.3 Descrizione della prospezione geofisica

Di seguito si procederà alla descrizione dei metodi e delle fasi di lavoro legati all'esecuzione di una campagna di prospezione geofisica con il metodo della sismica a riflessione.

1.3.1 Scopo

La prospezione geofisica ha lo scopo di individuare, attraverso registrazioni strumentali, superfici di discontinuità presenti nel sottosuolo: esse sono dovute alla diversa natura litologica dei terreni attraversati e/o ai loro reciproci rapporti di giacitura (direzione, immersione e pendenza degli strati).
Con l'elaborazione dei dati registrati è possibile ricostruire una immagine strutturale del sottosuolo, identificando i diversi strati geologici, le loro deformazioni e la loro giacitura.
Dallo studio ed elaborazione dei dati geofisici registrati, è possibile individuare strutture geologiche di interesse minerario.

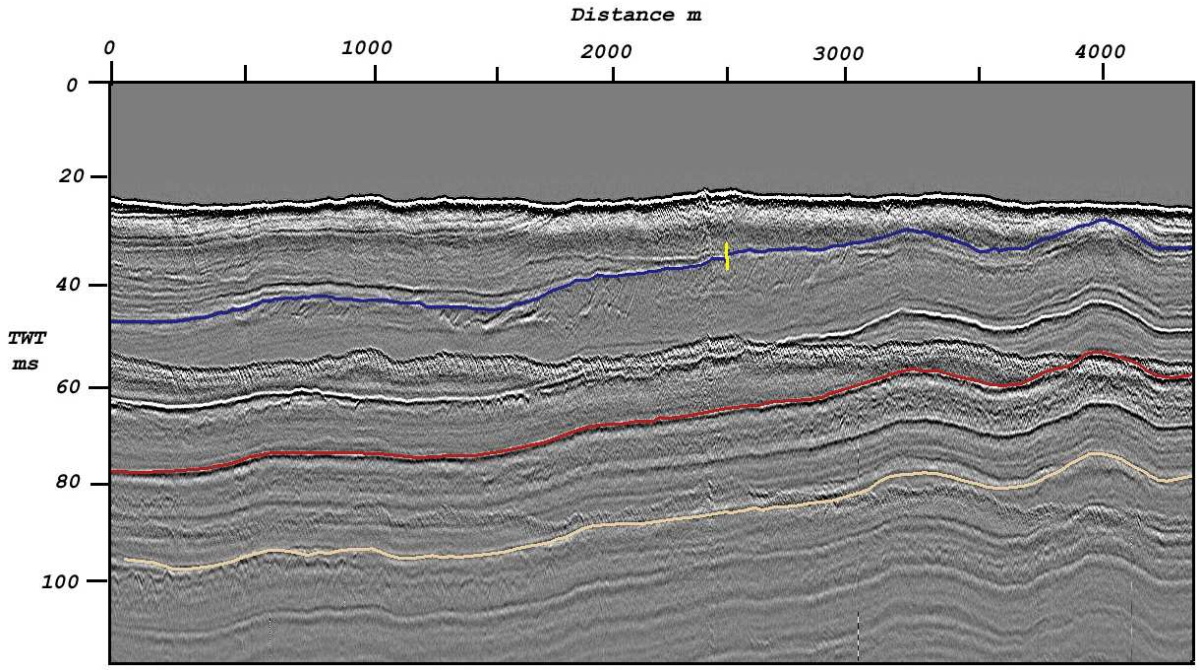


Figura 1-3 Esempio di elaborazione delle dati geofisici

1.3.2 Metodi

Il terreno è considerato un mezzo elastico, tale da consentire la propagazione di impulsi energetici in tutte le direzioni. Da questo punto di vista è paragonabile all'aria per quanto riguarda la propagazione del suono.
Ogni impulso energetico applicato al terreno si propaga in profondità, con direzione teorica radiale rispetto alla sorgente puntiforme, seguendo un percorso rettilineo a parità di condizioni del mezzo attraversato. In presenza di cambiamenti del mezzo attraversato, quali possono essere discontinuità di strati, faglie, il percorso di propagazione dell'energia viene deviato fino ad essere riflesso e tornare in superficie, dove può essere registrato da apposita strumentazione.

Tutti i metodi di acquisizione sismica si basano quindi su due principali elementi: la **sorgente energizzante** e la **strumentazione di registrazione**.

Per quanto riguarda la sorgente energizzante, si usano abitualmente due tipi di sorgenti, a seconda delle profondità di indagine e delle caratteristiche ambientali e morfologiche del terreno su cui si opera:

Esplosivo: carica di dinamite posta in un foro di piccolo diametro profondo fino a circa 50m

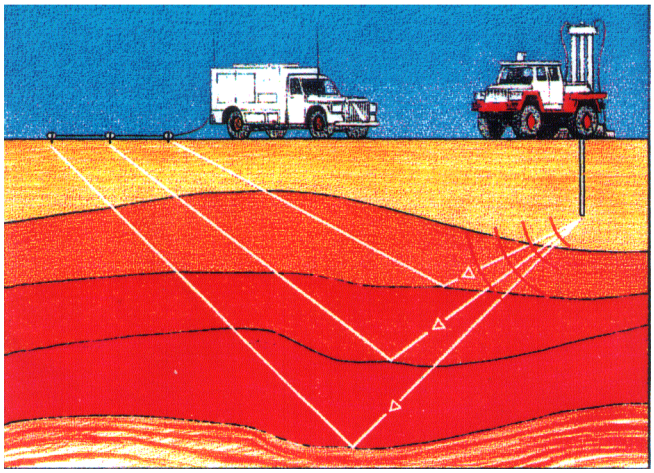


Figura 1-4 Schema esecutivo di acquisizione sismica con sorgente energizzante ad esplosivo

Vibroseis: massa di varie tonnellate appoggiata al suolo e fatta vibrare.

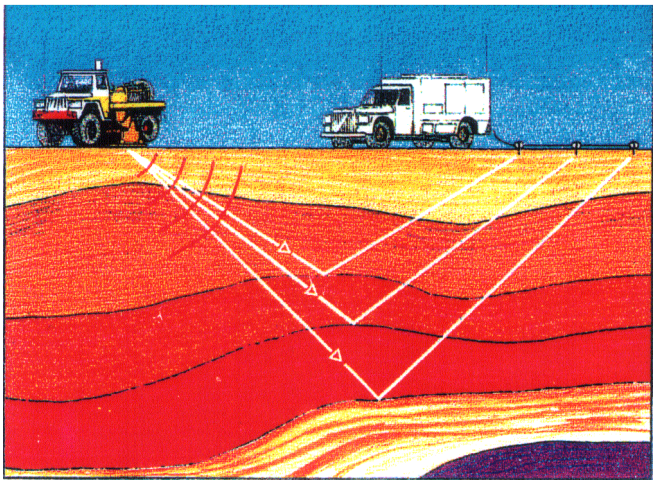


Figura 1-5 Schema esecutivo di acquisizione sismica con sorgente energizzante con vibroseis

La scelta della sorgente energizzante dipende dalle caratteristiche dell'obiettivo minerario da indagare e considerazioni tecniche, ambientali e morfologiche di dettaglio;

Per quanto riguarda la strumentazione di registrazione, gli strumenti utilizzati, analoghi per i diversi tipi di sorgente energizzante, risultano essenzialmente i seguenti:

Geofoni: trasduttori che registrano le vibrazioni a cui sono sottoposti. Sono usualmente collegati in stringhe da 12 elementi

Centrale di registrazione e controllo; unità che comanda e coordina le sorgenti energizzati, e raccoglie ed analizza i dati registrati.

1.3.3 Rilievi 2D e 3D

I rilievi geofisici possono essere 2D o 3D: la differenza tra le due tipologie di rilievo è sostanzialmente nella quantità di dati registrati, rimanendo i metodi di energizzazione e di registrazione assolutamente identici.
Con il rilievo 2D si acquisiscono dati lungo linee più rade che permettono di ricostruire solamente varie sezioni del sottosuolo: sia i punti di energizzazione che di registrazione vengono solitamente posti lungo profili rettilinei di lunghezza variabile da pochi km a diverse decine di km (*linee sismiche).*
Con il rilievo 3D si acquisiscono dati lungo molte linee parallele ad un interasse tale da poter ricostruire con adeguati strumenti informatici un modello tridimensionale del sottosuolo: i punti di energizzazione e di registrazione vengono disposti a maglia piuttosto regolare fino a coprire in modo omogeneo tutta l'area di indagine con un reticolo di linee ortogonali *inline* e *crossline*.

1.3.4 Tecnica di energizzazione con esplosivo

1.3.4.1 Generalità

Con il metodo ad esplosivo l'energia che si sfrutta ai fini geofisici è quella liberata al momento dello scoppio, a seguito dell'onda d'urto che si genera dalle reazioni che si innescano nei componenti della miscela esplosiva.
Il fenomeno dell'esplosione si racchiude praticamente nell'urto violento che nasce al confine tra l'esplosivo ed il mezzo ad esso circostante. Tale urto, istantaneo, precede l'espansione dei gas che si liberano dall'esplosione i quali, pur agendo sulla roccia circostante scaricando pressioni ingenti, equivalgono dal punto di vista fisico all'applicazione sulla formazione di un carico semistatico (a causa della minor violenza del fenomeno e della sua maggior lentezza).

A seguito dell'esplosione si possono ottenere effetti sulla formazione (fratturazione, deformazione, "rottura" dell'equilibrio intergranulare) laddove le sollecitazioni indotte superano i limiti di elasticità del mezzo stesso. Tali effetti, possono essere, a seconda dei casi, permanenti o limitati nel tempo ed in ogni caso interessano aree localizzate nell'immediata vicinanza del punto di scoppio dell'ordine di un metro.
Per quanto riguarda la velocità dell'onda d'urto, essa è in partenza dello stesso ordine di grandezza della velocità di detonazione dell'esplosivo. Tuttavia, poiché la reazione esplosiva si esaurisce in brevissimo tempo, essa passa rapidamente ai valori della velocità del suono caratteristici del mezzo attraversato. Ciò comporta la trasformazione quasi istantanea dell'onda d'urto (aperiodica) nell'onda sonora periodica che si propaga nel mezzo, e che è poi la sorgente utilizzata nella prospezione geofisica.
La qualità dell'esplosivo ed il suo confezionamento sono strettamente legate all'impiego che ne viene fatto; nella prospezione sismica sono richieste all'esplosivo le seguenti caratteristiche essenziali:

- elevata velocità di detonazione, costante nel tempo anche sotto carichi idrostatici elevati;
- stabilità delle prestazioni anche dopo una lunga permanenza in acqua;
- alto peso specifico che consente un facile affondamento delle cariche nei fori di sondaggio riempiti di fanghi di perforazione.

Un'alta velocità di detonazione è stata raggiunta adottando esplosivi gelatinati a base di nitroglicerina. Essi garantiscono anche un'adeguata garanzia nei confronti dell'impermeabilizzazione, inoltre l'aggiunta di sali pesanti, oltre ad aumentare il peso specifico della carica, ha ridotto gli effetti di scadimento della velocità di detonazione per invecchiamento della carica o per compressione idrostatica della stessa.

1.3.4.2 Descrizione delle operazioni

Le cariche sono preparate in confezioni rigide di plastica antistatica di dimensioni standard (diametro compreso tra 50 e 80 mm, lunghezza della carica di 400-600 mm), a cui corrispondono quantità di esplosivo in peso stabilite e di riferimento costante.
Le singole cariche, complete di tappo detonatore, sono avvitabili tra loro, consentendo quindi la formazione di colonne rigide di esplosivo. La quantità di esplosivo utilizzata per singolo scoppio è variabile in funzione della "risposta" sismica delle formazioni da investigare, oltre che dei vincoli di qualità richiesti ad ogni singola prospezione. Mediamente si scoppiano cariche dell'ordine di 0,5-3 kg di esplosivo, collocate a profondità diverse in fori di sondaggio appositamente perforati, che raggiungono profondità medie contenute generalmente nei 12 metri dal piano campagna.

Figura 1-6 Installazione della carica di esplosivo all'interno del foro (pozzetto)

Le cariche vengono fatte brillare mediante l'uso di detonatori elettrici, che vengono a loro volta innescati mediante correnti di intensità opportuna. Tali detonatori sono sprovvisti di elementi di ritardo, garantendo un intervallo di tempo tra lancio della corrente nel circuito ed effettivo innesco del detonatore sufficientemente basso (circa 0,5 msec con corrente di 5A).
Nella tabella sono riportate le caratteristiche di alcuni esplosivi di uso più comune nella prospezione sismica:

	SISMIC 1	SISMIC 2	IDROPENT D
Energia di esplosione (106 j/kg)	4.71	4.00	7.47
Velocità di detonazione (m/sec)	6600	6600	7900
Sensibilità	8	8	8
Distanza di colpo (cm)	16	16	25
Densità (gr/cm3)	1.54	1.55	1.55
Volume dei gas di esplosione (gr/cm3)	860	866	821

I pozzetti, utilizzati per il posizionamento e lo scoppio delle cariche esplosive, vengono ripristinati mediante riempimento con materiale naturale formatosi alla superficie e parte con cemento e bentonite granulare, secondo le tecniche di seguito riportate da utilizzare in differenti situazioni ambientali. La tecnica di chiusura che viene adottata normalmente consiste nel riempire il pozzetto al di sopra del borraggio fino al piano campagna con i materiali eterogenei derivanti dalle perforazioni medesime, uniti a ghiaietto e terra in modo da ripristinare le condizioni litologiche superficiali. Per migliorare l'efficacia della chiusura dei pozzetti viene posizionato, a circa 2 m di profondità, un "tappo di plastica ad alette" e al di sopra di tale tappo si effettuerà il riempimento con terreno agrario

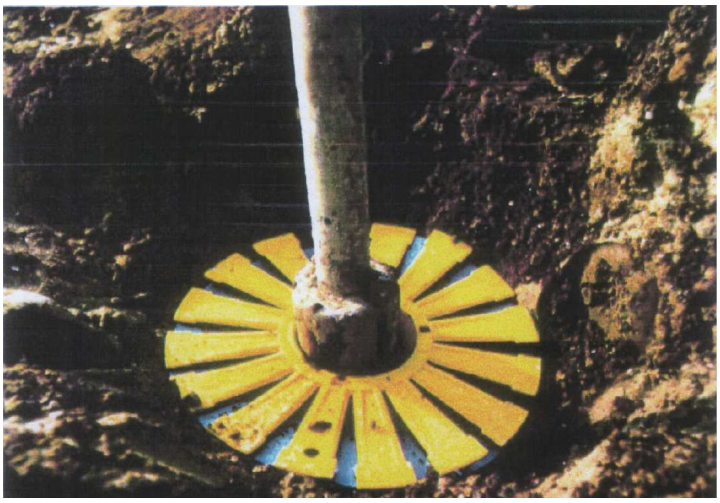


Figura 1-7 Tappo di plastica ad alette per chiusura pozzetto di scoppio

Qualora si operi in zone con sistema di irrigazione a scorrimento – che prevede l'allagamento dei terreni per una durata di più giorni – viene interposto tra il tappo di plastica sopra citato ed il terreno di copertura superficiale, un "diaframma" costituito da bentonite granulare o materiale equivalente, alloggiato in apposito contenitore della lunghezza di circa un metro e di diametro inferiore a quello del pozzetto; esso ha lo scopo di impedire che l'acqua di irrigazione passi in profondità attraverso i pozzetti.

Figura 1-8 Sigillatura impermeabile del pozzetto di scoppio con bentonite

Viene così effettuata una impermeabilizzazione del tratto più superficiale del pozzetto. L'impermeabilizzazione è assicurata dal fenomeno di idratazione della bentonite granulare che, a contatto con acqua di irrigazione, si rigonfia occludendo ogni interstizio.
Un'altra tecnica di chiusura dei pozzetti di scoppio è riservata per alcuni casi particolari quali:

- risaie
- arginature dei corsi d'acqua
- fontanili
- possibilità di commistione di falde diverse

In questi casi viene eseguita al di sopra del borraggio e del tappo, una cementazione di lunghezza variabile iniettando nel foro cemento o miscela di cemento e bentonite. Al di sopra si procede al riempimento con terreno della parte restante. Tale tecnica, che prevede l'utilizzo di unità mobili gommate supplementari, munite di motopompe, miscelatori per fanghi e cementi, astine metalliche, tubi in gomma, raccordi e prolunghe, è impiegabile anche a notevole distanza dal pozzetto; pertanto le operazioni di ripristino del foro non procurano ulteriori danneggiamenti ai terreni interessati per il transito dei mezzi stessi.
Infine, un ulteriore metodo di chiusura, estensione del precedente, si effettua laddove dovesse verificarsi una erogazione spontanea di acqua o gas dal pozzetto. In questo caso si esegue la completa sigillatura del foro su tutta la lunghezza del pozzetto stesso mediante cementazione, ottenendo così una vera e propria chiusura mineraria. Tale tecnica di sigillatura è possibile solo con l'impiego degli stessi mezzi che compiono la perforazione dei pozzetti; infatti la cementazione è eseguibile solo disponendo dell'impianto di perforazione e della batteria di aste in quanto la malta cementizia (che deve avere una densità compresa fra 1500-1900g/lt) deve essere pompata a fondo pozzo, attraverso le aste di perforazione stesse, procedendo dal basso verso l'alto, al fine di ottenere una sigillatura affidabile e duratura.
Se durante la trivellazione del pozzetto dovessero venire intercettati più orizzonti acquiferi, per impedire la commistione fra le falde profonde e quelle superficiali (freatiche), vengono posizionati a varie profondità dei "diaframmi" di bentonite granulare, della lunghezza di circa un metro, alternati a strati di ghiaietto; il tutto viene ricoperto con terreno agrario. Per migliorare l'efficacia della sigillatura superficiale viene posizionato a due metri di profondità un tappo di plastica ad alette.
Tale sistema sfrutta la capacità della bentonite granulare di aumentare notevolmente il proprio volume venendo a contatto con l'acqua. In questo caso viene effettuata l'impermeabilizzazione del pozzetto, nelle parti interessate dalle falde, impedendo il passaggio di acqua dalla falda soprastante alla falda sottostante e viceversa, anche in presenza di carico idraulico. Ovviamente si avrà riduzione della profondità di borraggio, normalmente ottenuto con materiali quali sabbia e detriti di perforazione, a favore di materiali come la bentonite granulare e materiale equivalente, in funzione della profondità della falda che si vuole isolare. Il sistema con bentonite granulare e ghiaietto trova impiego ovunque, ma in particolar modo in zone dove, per motivi logistici, le operazioni di cementazione del pozzetto si rendono problematiche. Le tecniche illustrate vengono impiegate in zone idrogeologicamente complesse e in aree limitrofe a grandi fiumi.

1.3.5 Tecnica di energizzazione con Vibroseis

1.3.5.1 Generalità

L'utilizzo dei vibratori (Vibroseis) nella registrazione di linee sismiche è un metodo singolare nel principio; infatti mentre con l'utilizzo di sorgenti ad esplosivo si immette nel terreno un impulso di breve durata avente una grande quantità di energia, con il Vibroseis viene trasmessa al terreno una sollecitazione a carattere ondulatorio con limitata quantità di energia ma per una durata di alcuni secondi e con una durata del segnale immesso variabile progressivamente nel tempo.

I vibratori attualmente in uso sono tutti a funzionamento idraulico e consistono in un pistone idraulico che esercita una forza tra una massa di reazione ed un "base-plate" (piattaforma), il tutto montato su un apposito veicolo. Il base-plate, dotato di supporti di gomma che attutiscono il rumore della piastra quando viene a contatto col suolo, viene posto in contatto con il terreno sollevando il veicolo di trasporto sul base-plate stesso prima di vibrare, cioè prima dell'immissione del segnale nel terreno. In questo modo, parte del peso del veicolo viene a gravare sul base-plate attraverso una sospensione elastica che permette allo stesso di rimanere in stretto contatto con il terreno durante la fase di energizzazione.

Il movimento del pistone è controllato da un sistema di valvole idrauliche che convertono un impulso elettrico di riferimento (segnale pilota o "sweep") in un flusso di olio idraulico e che gestisce la massa di reazione. Lo sweep è generato in forma digitale nell'elettronica di controllo dei vibratori convertito in

segnale analogico ed applicato al sistema idraulico. Esistono diversi tipi di vibratori ed il sistema idraulico inoltre non è sempre lo stesso, pur tuttavia tutti i vibratori prevedono un sistema di controreazione che garantisce che il sistema immetta nel terreno vibrazioni con le caratteristiche desiderate di ampiezza e frequenza idonei alla prospezione sismica e nel rispetto di tutte le prescrizioni di sicurezza. Nella pratica comune vengono utilizzati simultaneamente più vibratori (comunemente 3/4). Nei tratturi, o più frequentemente lungo le strade perché, più il terreno superficiale è compatto migliore è la penetrazione dell'onda di vibrata, i grossi veicoli si muovono lungo traiettorie rettilinee o slalom; i vibratori si fermano in una posizione prefissata per l'inizio dello "sweep", e gli intervalli tra uno "sweep" e l'altro sono determinati dal numero totale di sweeps necessari per ogni punto di energizzazione.

Figura 1-9 Vibroseis in aperta campagna

Il vibroseis presenta il vantaggio di poter immettere energia nel terreno nel campo delle frequenze sismiche (<100 Hz), seppure l'efficienza di trasmissione del segnale non sia sempre costante. Il contenuto in frequenza di un segnale da una sorgente impulsiva invece non può essere soggetto a controllo alcuno e, nel caso della dinamite, può essere influenzato dal materiale in cui avviene l'esplosione; nel metodo Vibroseis ciò non succede ed il segnale immesso nel terreno può essere specificatamente programmato. Un altro vantaggio del Vibroseis risiede nel fatto che il segnale, poiché si protrae per parecchi secondi, ha vicino alla sorgente un'ampiezza molto minore rispetto ad un impulso in cui tutta l'energia è immessa nel terreno in pochi millisecondi (vedi sorgente ad esplosivo).

1.3.6 Propagazione delle vibrazioni

1.3.6.1 Normativa e standard di riferimento

In Italia non esistono normative particolarmente efficaci nella valutazione degli effetti delle vibrazioni sulle strutture. Si farà pertanto riferimento alla normativa tedesca DIN 4150, che indica la componente vibrazionale massima (orizzontale o verticale) che può essere tollerate dalle strutture civili, suddivise in tre

classi. La velocità (mm/sec) per ogni classe assume valori di soglia che variano in funzione delle frequenze generate.

Classe della Struttura	Intervalli di Frequenza		
	< 10 Hz	10 – 50 Hz	50 – 100 Hz
Edificio di tipo industriale e/o commerciale	20 mm/sec	20 – 40 mm/sec	40 – 50 mm/sec
Edifici di tipici di abitazione e similari	5 mm/sec	5 – 15 mm/sec	15 – 20 mm/sec
Edifici di elevata sensibilità alle vibrazioni (monumenti ed edifici storici)	3 mm/sec	3 – 8 mm/sec	8 – 10 mm/sec

1.3.6.2 Distanze di sicurezza

Di seguito si riporta una valutazione effettiva della distanza di sicurezza rispetto in caso di uso di Vibroseis, con riferimento alle norme DIN 4150, elaborata per un sito analogo a quello in esame: si nota come la distanza di sicurezza aumenti all'aumentare del numero dei vibroseis impiegati e alla potenza impiegata.

DISTANZE MINIME DI SICUREZZA (m)								
Categorie di Costruzione [def. DIN 4150]	40 % (Low Force)				80 % (High Force)			
	1 Vib	2 Vib	3 Vib	4 Vib	1 Vib	2 Vib	3 Vib	4 Vib
Opere Industriali (cat. 01)	13,0	15,6	19,5	26,0	19,5	26,0	29,9	32,5
Opere Civile Abitazione (cat. 02)	19,5	19,5	26,0	32,5	26,0	32,5	36,4	40,3
Opere Sensibili (cat. 03)	28,6	32,5	36,4	40,3	32,5	44,2	61,1	78,0

A titolo di riferimento si riportano le distanze di sicurezza vigenti in Canada:

Canada Oil and Gas Geophysical Operations Regulations (SOR/96-117)			
Facility	Stand-off distance		
	2 > kg dynamite	2 < kg dynamite < 4	Vibroseis
Dam	64 m	90 m	100 m
Oil or gas well	32 m	45 m	15 m
Pipeline	32 m	45 m	15 m
Structure with concrete base	64 m	90 m	50 m
Residence	64 m	90 m	50 m
Area of public congregation	64 m	90 m	50 m
Water well	64 m	90 m	100 m

In definitiva, a vantaggio di sicurezza, **si manterrà sempre una distanza di sicurezza di almeno 100m** tra la sorgente energizzante (sia esplosivo che vibroseis) da ogni struttura civile e da ogni area protetta o zona sensibile.

La rispondenza di tale valore rispetto alla norma DIN 4150 sarà confermata tramite apposite prove di campagna che verranno effettuate prima dell'inizio dei lavori, nelle varie modalità operative delle sorgenti energizzanti: ad esempio, nel caso dell'uso di esplosivo, si faranno delle prove con quantità variabile di esplosivo; nel caso di vibroseis, si faranno prove con quantità variabile di mezzi vibranti e a potenze variabili.

1.3.7 Geofoni e unità di registrazione

La risposta del segnale elastico trasmessa dal terreno viene registrata da appositi sensori, chiamati geofoni.

Il geofono è un sensore utilizzato in geologia/geofisica atto a rilevare movimenti del suolo o onde sismiche. L'elemento sensibile è simile ad un microfono, capace però di rilevare frequenze molto basse, anche di pochi Hertz.
Tale sensore è collocato in un contenitore robusto, tipicamente a forma di cilindro appuntito, adatto ad essere conficcato nel suolo anche attraverso mazzatura.
Il segnale di uscita del geofono può essere analogico o digitale; il digitale, tecnologia relativamente più recente, è attualmente preferito poiché permette trasmissioni anche a lunga distanza senza rischi di alterazione dovuti ad attenuazione o interferenza.

Figura 1-10 Geofono infisso nel terreno

Figura 1-11 Trasduttore di movimento all'intero nel corpo del geofono

I geofoni vengono usualmente installati in stringhe di 12 componenti, spaziati tra loro di circa 10m

Figura 1-12 Stringa di 12 geofoni

Figura 1-13 Posa dei geofoni su terreni accidentati

Ogni stringa di geofoni è cablata con un centro di raccolta dati, allestito all'interno di un mezzo mobile. Tutti i dati vengono registrati e sincronizzati con il momento in cui avviene l'energizzazione.

Figura 1-14 Unita mobile di raccolta ed elaborazione dati

Figura 1-15 Terminali nell'unità mobile

1.3.8 Descrizione delle operazioni di una prospezione geofisica

Per la realizzazione del rilievo sismico sarà utilizzato personale specializzato ed un notevole impiego organizzativo. In media una squadra sismica è composta da circa 50 persone di cui un terzo sono mano d'opera locale; la squadra può essere considerata come un piccolo cantiere itinerante, composto da diversi gruppi di lavoro specializzati che si spostano lungo i tracciati programmati ripetendo una sequenza di operazioni prefissata. Le responsabilità sono assunte da un caposquadra, un direttore dei lavori ed un sorvegliante per la sicurezza. Essi hanno il compito di coordinare, controllare e garantire il buon esito delle operazioni la cui sequenza è così schematizzata:

1.3.8.1 Autorizzazioni

Durante questa fase vengono stabiliti i rapporti con le autorità locali e con i proprietari dei terreni da attraversare. Questa attività che in gergo viene chiamata "permitting" è svolta da 2-4 persone

1.3.8.2 Rilevamento topografico

La squadra topografica, che precede quella di acquisizione, ha il compito di tracciare sul terreno le linee sismiche, materializzando, mediante picchetti di legno disposti a distanze regolari prefissate, i punti nei quali saranno collocati i gruppi di geofoni, e posizionando, mediante picchetti di legno di diverso colore, i punti di energizzazione. Questi ultimi vengono ubicati tenendo in debita considerazione quanto prescritto dalle disposizioni di Polizia mineraria, in modo particolare per quanto riguarda la distanza dai luoghi abitati, ponti, ferrovie, acquedotti e metanodotti. I punti di energizzazione su terreni coltivati o vie di comunicazione, vengono posizionati ai margini in modo da diminuire eventuali danni e non arrecare intralcio alla circolazione. L'accesso alla linea ed ai punti di energizzazione avviene attraverso la viabilità esistente (strade, piste, sentieri) e non prevedono lavori di movimento di terra per l'apertura di piste per l'accesso di personale e mezzi.

Figura 1-16 Rilevamento dell'esatta ubicazione dei punti di tiro con GPS

1.3.8.3 Stendimento cavi e posizionamento geofoni

La stesura dei cavi e dei geofoni segue il tracciato della linea sismica precedentemente indicato dalla squadra topografica mediante appositi picchetti. Sul terreno vengono quindi disposti i geofoni (scatolette cilindriche di circa 5 cm di diametro e di altezza) per la ricezione del segnale sismico. Essi, tramite cavi, sono collegati tra loro e con l'unità centrale di registrazione, rappresentato da un calcolatore installato dentro un automezzo. Il cavo ha un diametro di circa 1 cm ed una lunghezza di 4-7 km. Lo stendimento dei cavi e dei geofoni segue il tracciato della linea sismica. Nel caso di viabilità ordinaria, i cavi, di colorazione ben visibile, vengono posizionati parallelamente ad essa ed al lato della stessa; l'eventuale attraversamento di strade con i cavi avviene secondo le modalità indicate dagli organi di competenza (Anas, Polstrada, P. Urbana). Per lo stendimento dei cavi su fondi privati, l'accesso avviene solo a piedi e dietro consenso del proprietario. Gli addetti alle operazioni di stendimento dei cavi, normalmente in numero di 15-20, provvedono anche alla rimozione della strumentazione una volta terminata l'acquisizione. Questa viene condotta spostando, dopo ogni singola energizzazione del terreno, l'intero stendimento di 50-100 m lungo il tracciato della linea, fino a raggiungere l'estremità della stessa. Generalmente una linea sismica viene completata in un intervallo di tempo che va da pochi giorni ad una settimana, a seconda della sua lunghezza complessiva.

1.3.8.4 Energizzazione

Si rimanda a quanto precedentemente esposto per esplosivo e vibratori. In quest'ultimo caso il personale coinvolto è costituito dagli autisti dei Vibroseis, due operai alla testa e alla coda del gruppo vibratori per coordinare il traffico veicolare in presenza di strade, e un supervisore.

1.3.8.5 Registrazione

La debole vibrazione dovuta all'energizzazione del terreno, captata dai geofoni e trasformata in impulso, viene registrata nella memoria del calcolatore installato su automezzo e può essere immediatamente visualizzata su carta ed in video. Le attività di registrazione, essendo la parte più delicata di tutto il processo, vengono gestite da tecnici specializzati che coordinano l'attività e gli spostamenti di tutta la squadra sismica. Generalmente 2 o 3 tecnici sono adibiti a questa fase.

1.3.8.6 Ripristini ed eventuale liquidazione danni

Durante la fase di rimozione del materiale e di passaggio dei mezzi utilizzati viene verificato lo stato del territorio con il ripristino e la liquidazione di eventuali danni. L'utilizzo di tracciati preesistenti per il passaggio dei vibratori garantisce un bassissimo rischio di danni. Anche sulle strade asfaltate la piastra viene poggiata sul terreno senza alterare o frammentare il manto stradale.

1.3.9 Tempi di esecuzione

I tempi di realizzazione di un rilievo sismico dipendono sostanzialmente da tre fattori principali:
A - tipo di sorgente d'energia utilizzata;
B - numero e chilometraggio delle linee sismiche da registrare;
C - morfologia del territorio ove sarà eseguita la sismica;

Come già riportato, al momento non è possibile stabilire il dettaglio delle operazioni, e quindi avere un cronoprogramma particolareggiato. Considerando l'estensione dell'area preliminare di indagine, e sulla base di esperienze simili, si può stimare una durata delle operazioni pari a circa 2 mesi.