



**Studio di Impatto Ambientale e Valutazione  
d'Incidenza per l'esecuzione di un rilievo  
sismico 2D  
nell'Area dei Permessi di Ricerca  
“Friddani” e “Passo di Piazza”**

**Province di Caltanissetta, Catania, Enna e Ragusa  
Regione Sicilia**

Doc. SAGE/SIA/001/2017

*Cap.03 – Quadro Progettuale*

*Gennaio 2017*



## Sommario

<b>3.</b>	<b>QUADRO PROGETTUALE .....</b>	<b>2</b>
<b>3.1.</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO .....</b>	<b>2</b>
3.1.1.	<i>Obiettivi della Ricerca .....</i>	<i>4</i>
3.1.2.	<i>Lavori Pregressi.....</i>	<i>4</i>
<b>3.2.</b>	<b>PROGRAMMA LAVORI .....</b>	<b>5</b>
<b>3.3.</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE TECNOLOGIE DI RICERCA MINERARIA .....</b>	<b>5</b>
<b>3.4.</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL RILIEVO SISMICO 2D IN PROGETTO.....</b>	<b>7</b>
3.4.1.	<i>Ricognizione (scouting preliminare).....</i>	<i>8</i>
3.4.2.	<i>Start Up .....</i>	<i>9</i>
3.4.3.	<i>Topografia .....</i>	<i>9</i>
3.4.1.	<i>Vibroseis.....</i>	<i>10</i>
3.4.2.	<i>Realizzazione dei Punti di Scoppio (Shot Points).....</i>	<i>12</i>
3.4.3.	<i>Up Holes.....</i>	<i>13</i>
3.4.4.	<i>Registrazione.....</i>	<i>14</i>
3.4.5.	<i>Bonifica Punti di Scoppio (Shot Points) e Fori (Up Hole).....</i>	<i>20</i>
3.4.6.	<i>Ripristino Territoriale.....</i>	<i>26</i>
<b>3.5.</b>	<b>MEZZI UTILIZZATI.....</b>	<b>27</b>
<b>3.6.</b>	<b>TEMPISTICA DI REALIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ .....</b>	<b>28</b>
<b>3.7.</b>	<b>UTILIZZO DI RISORSE .....</b>	<b>29</b>
3.7.1.	<i>Acqua .....</i>	<i>29</i>
3.7.2.	<i>Suolo .....</i>	<i>29</i>
3.7.3.	<i>Gasolio .....</i>	<i>29</i>
<b>3.8.</b>	<b>STIMA EMISSIONI, SCARICHI, PRODUZIONE RIFIUTI, RUMORE, TRAFFICO .....</b>	<b>30</b>
3.8.1.	<i>Emissioni in atmosfera.....</i>	<i>30</i>
3.8.2.	<i>Emissione di radiazioni ionizzanti e non ionizzanti.....</i>	<i>30</i>
3.8.3.	<i>Emissioni sonore .....</i>	<i>30</i>
3.8.4.	<i>Vibrazioni.....</i>	<i>31</i>
3.8.5.	<i>Scarichi idrici .....</i>	<i>31</i>
3.8.6.	<i>Produzione di rifiuti.....</i>	<i>31</i>
<b>3.9.</b>	<b>MISURE PREVENTIVE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE .....</b>	<b>32</b>
<b>3.10.</b>	<b>ANALISI DEI RISCHI E PIANO DI EMERGENZA INTERNO .....</b>	<b>33</b>
<b>3.11.</b>	<b>IMPIEGO DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI .....</b>	<b>36</b>

### 3. QUADRO PROGETTUALE

#### 3.1. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Il progetto consiste nelle attività di prospezione geofisica (sismica 2D) finalizzate alla ricerca di idrocarburi da parte della Società EniMed, da effettuarsi nell'ambito dei **Permessi di Ricerca** denominati **"Passo di Piazza"** e **"Friddani"**, ubicati nella porzione Sud Orientale della Regione Sicilia e ricadenti nei territori delle Province di Caltanissetta, Catania, Enna e Ragusa.

Il rilievo sismico 2D sarà effettuato su una griglia costituita da n. 11 linee sismiche di lunghezza variabile da un minimo di 17,945 km (linea E) a un massimo di 49,812 km (linea L), per una lunghezza complessiva pari a circa 332 km. Di questi, 126 km saranno eseguite nel permesso "Passo di Piazza" e 206 km nel permesso "Friddani".

Il programma lavori prevede la realizzazione di una campagna di acquisizione in corrispondenza delle suddette linee mediante sismica a riflessione 2D, con l'utilizzo di esplosivo, vibroseis e massa battente.

Come sintetizzato nella successiva **Tabella 3-1**, il tracciato delle linee sismiche interesserà le Province di Caltanissetta (Comuni di Gela, Niscemi, Mazzarino), Enna (Comuni di Piazza Armerina, Aidone) e Catania (Comuni di Caltagirone, Grammichele, Mineo, Ramacca, San Michele di Ganzaria, San Cono, Mirabella Imbaccari). Sebbene parte del Permesso di Ricerca "Passo di Piazza" (106,4 km<sup>2</sup>) ricada nell'abito del territorio della Provincia di Ragusa, le attività di acquisizione sismica non interesseranno tale area.

In **Allegato 2** si riporta l'inquadramento territoriale con l'ubicazione del tracciato delle linee sismiche in progetto e il perimetro dell'area interessata dai Permessi di Ricerca.

<b>Tabella 3-1: ambito geografico interessato dal tracciato delle linee sismiche</b>			
<b>Linea</b>	<b>Lunghezza</b>	<b>Direzione Prevalente</b>	<b>Territorio interessato</b>
A	23.783 m	NO-SE	Aidone (8.353 m), Mineo (15.430 m) Quota min circa 205 m s.l.m. (Aidone – località Masseria Casalgismondo) - quota max circa 446 m s.l.m. (Mineo – località Poggio Colombaio)
B	25.060 m	NO-SE	Aidone (6.092 m), Mineo (18.968 m) Quota min circa 164 m s.l.m. (Mineo – località Cantara) - quota max circa 520 m s.l.m. (Mineo – località C. Maione)
C	24.179 m	NO-SE	Aidone (5.025 m), Mineo (15.468 m), Caltagirone (3.686 m) Quota min circa 198 m s.l.m. (Mineo – località Magazinazzo) - quota max circa 527 m s.l.m. (Mineo – località Contrada Paglione)
D	23.912 m	NO-SE	Piazza Armerina (6.556 m), Mirabella Imbaccari (1.335 m), Caltagirone (11.354 m), Mineo (380 m), Grammichele (4.287m) Quota min circa 240 m s.l.m. (Caltagirone – località Gallina – Fiume Pietrarossa) - quota max circa 590 m s.l.m. (Piazza Armerina – località Gallinica)

**Tabella 3-1: ambito geografico interessato dal tracciato delle linee sismiche**

E	17.945 m	NO-SE	Piazza Armerina (879 m), Caltagirone (16.411 m), Grammichele (655m) Quota min circa 282 m s.l.m. (Caltagirone – località C. Munda) - quota max circa 535 m s.l.m. (Caltagirone – località C.zo Tunno)
F	21.492 m	NO-SE	Piazza Armerina (242 m), Mazzarino (5.401 m), San Cono (1.499 m), Caltagirone (14.350 m) Quota min circa 199 m s.l.m. (Caltagirone – località Coste dell'Acquadolce) - quota max circa 650 m s.l.m. (Mazzarino – località Quattro Finaiti)
G	29.619 m	NO-SE	Mazzarino (14.226 m), Caltagirone (15.393 m) Quota min circa 155 m s.l.m. (Caltagirone – località Poggio dei Cresti) - quota max circa 593 m s.l.m. (Mazzarino – località Contrada Floresta)
H	38.053 m	NE-SO	Mazzarino (485 m), Niscemi (4.161 m), Caltagirone (11.363 m), San Michele di Ganzaria (2.579 m), Mirabella Imbaccari (1.908 m), Piazza Armerina (2.151 m), Mineo (5.962 m), Aidone (3.440 m) Ramacca (6.004 m) Quota min circa 90 m s.l.m. (Mazzarino – località Case Nuove) - quota max circa 655 m s.l.m. (Caltagirone – località Coste della Sala)
I	37.111 m	NE-SO	Niscemi (3.287 m), Caltagirone (16.152 m), Mineo (11.980 m), Ramacca (5.692 m) Quota min circa 86 m s.l.m. (Niscemi – località Contrada Cucchiarone) - quota max circa 553 m s.l.m. (Caltagirone – località Buggiario)
L	49.812 m	NE-SO	Gela (9.248 m), Niscemi (6.002 m), Caltagirone (17.209 m), Mineo (11.796 m), Ramacca (5.557 m) Quota min circa 10 m s.l.m. (Gela – località C. Pampinella) - quota max circa 613 m s.l.m. (Caltagirone – località Montagna)
M	40.980 m	NE-SO	Gela (8.786 m), Niscemi (4.223 m), Caltagirone (15.830 m), Mineo (9.778 m), Ramacca (2.363 m) Quota min circa 7 m s.l.m. (Gela – località Piana del Signone) - quota max circa 557 m s.l.m. (Caltagirone – località Poggio Spadalucente)
TOT.	<b>331.946 m</b>		Quota min circa 7 m s.l.m. - Linea M (Gela – località Piana del Signone) - quota max circa 655 m s.l.m. - Linea H (Caltagirone – località Coste della Sala)

 <b>Eni Med</b> Eni Mediterranea Idrocarburi S.p.A.	Data Gennaio 2017	Doc N° SAGE/SIA/001/2017	Rev.0	Foglio 4 di 36
--	----------------------	-----------------------------	-------	-------------------

### 3.1.1. *Obiettivi della Ricerca*

L'indagine sismica da effettuare nell'area dei permessi "Friddani" e "Passo di Piazza" è finalizzata all'individuazione di strutture geologiche profonde potenzialmente in grado di contenere idrocarburi economicamente sfruttabili. In particolare, l'indagine sismica è volta alla individuazione di "trappole" di tipo "strutturale" e, subordinatamente, di tipo misto ("stratigrafico-strutturali") il cui obiettivo principale è il tema di ricerca a "olio" della serie Carbonatica Iblea (calcari e calcari dolomitici della formazione "Noto" e dolomie della formazione "Sciacca"). La copertura dei reservoir carbonatico-dolomitici è assicurata dalle argille nere della formazione Streppenosa. Le formazioni sopra indicate risultano mineralizzati a olio nei campi di Gela e Ragusa scoperti alla fine degli anni 50.

### 3.1.2. *Lavori Progressi*

L'area dei due permessi "Friddani" e "Passo di Piazza" è stata interessata da oltre un cinquantennio da attività di ricerca condotte da Eni che si sono concretizzate con la scoperta più importante, avvenuta nel 1956, del campo ad olio di "Gela". Da allora numerosi rilievi geologici, sismici, gravimetrici e magnetometrici sono stati effettuati nell'area di interesse e i dati a disposizione coprono gran parte del perimetro dei sopra citati permessi. L'attività di ricerca condotta nell' area del permesso Passo di Piazza ha consentito di perforare 11 pozzi esplorativi profondi (oltre 3000 m), mentre nel permesso Friddani sono stati perforati n. 6 pozzi profondi. Per entrambe le aree l'obbiettivo era quello di indagare la serie carbonatica Iblea (formazioni "Noto" e "Sciacca") mineralizzata a olio nei campi di Gela e Ragusa.

 <b>Eni Med</b> Eni Mediterranea Idrocarburi S.p.A.	Data Gennaio 2017	Doc N° SAGE/SIA/001/2017	Rev.0	Foglio 5 di 36
--	----------------------	-----------------------------	-------	-------------------

### 3.2. PROGRAMMA LAVORI

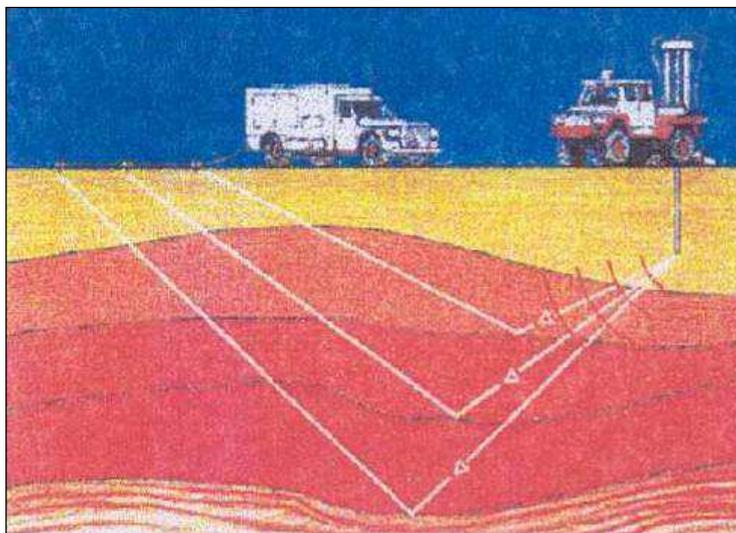
Il programma lavori relativo all'attività da effettuare nei permessi di ricerca "Friddani" e "Passo di Piazza" consiste nella esecuzione di un rilievo sismico 2D che prevede in totale lo stendimento di n. 11 linee sismiche attrezzate con geofoni per una lunghezza complessiva di circa 332 Km. Il rilievo è costituito in totale da una griglia di linee che si intersecano ortogonalmente, di cui n. 7 (linee da "A" a "G") orientate in senso NW – SE e n. 4 (linee da "H" a "M") in senso NE-SW.

### 3.3. DESCRIZIONE DELLE TECNOLOGIE DI RICERCA MINERARIA

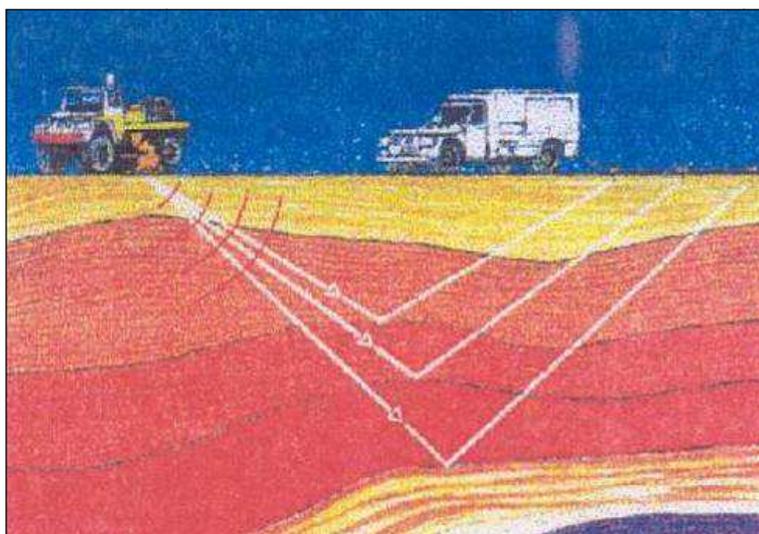
Uno dei più importanti metodi di prospezione utilizzati nella ricerca di idrocarburi è il metodo sismico a riflessione, che si basa sulle caratteristiche di propagazione delle onde elastiche (velocità, frequenza, assorbimento, ecc.) nel sottosuolo, fino a profondità di interesse petrolifero, e che permette di ricostruire, con l'aiuto dei dati geologici regionali, le proprietà geometriche e strutturali delle unità litologiche e i loro rapporti reciproci.

Il rilievo sismico 2D in progetto verrà eseguito con i metodi della sismica a riflessione ed è finalizzato ad ottenere una migliore definizione dell'assetto geologico e strutturale delle formazioni oggetto dell'indagine.

Le sorgenti impiegate per l'energizzazione del terreno sono differenti, tra queste le più comuni e diffuse, sono: l'esplosivo (cfr. **Figura 3-1**), il metodo *vibroseis* (cfr. **Figura 3-2**) e la massa battente.

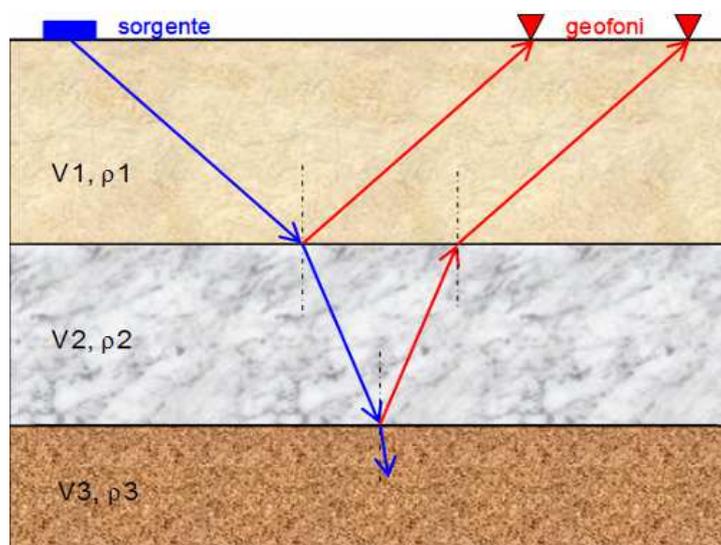


**Figura 3-1: rilievo ad esplosivo**



**Figura 3-2: rilievo a vibratori**

La generazione artificiale di una sollecitazione dinamica, prodotta mediante esplosivo immesso nel sottosuolo o mediante una serie di vibrazioni indotte sulla superficie del terreno (*vibroseis/massa battente*), provoca nel terreno stesso il moto vibratorio delle particelle che lo costituiscono. In seguito alle reazioni elastiche del mezzo stesso, il moto vibratorio si propaga, producendo onde elastiche che si trasmettono con diverse modalità, in funzione delle diverse caratteristiche del sottosuolo (variazioni di densità e di proprietà meccaniche, presenza di superfici di discontinuità e di separazione tra ammassi rocciosi) (cfr. **Figura 3-3**).



**Figura 3-3: fenomeno di riflessione-trasmissione delle onde elastiche in presenza di discontinuità nel sottosuolo**

Le onde che raggiungono la superficie vengono captate mediante strumenti di acquisizione (geofoni) e registrate da un'unità centrale. Si procede poi all'elaborazione dei dati così acquisiti ed alla loro interpretazione

 <b>Eni Med</b> Eni Mediterranea Idrocarburi S.p.A.	Data Gennaio 2017	Doc N° SAGE/SIA/001/2017	Rev.0	Foglio 7 di 36
--	----------------------	-----------------------------	-------	-------------------

### 3.4. CARATTERISTICHE DEL RILIEVO SISMICO 2D IN PROGETTO

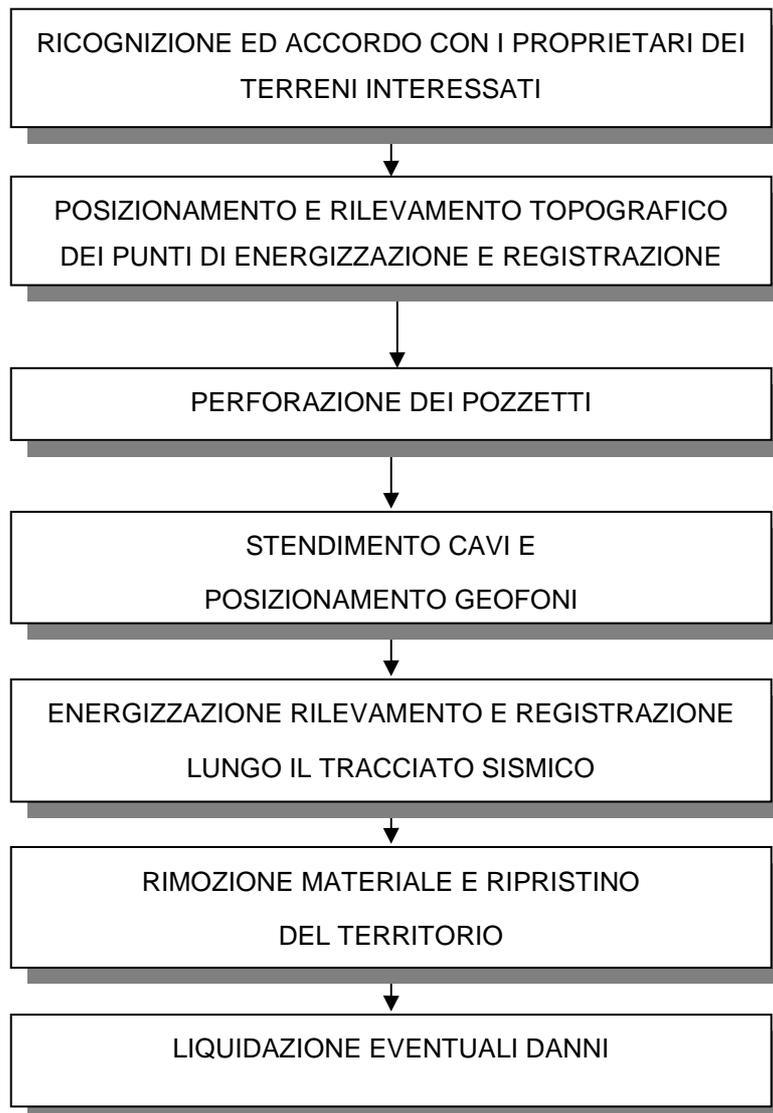
Il programma di acquisizione sismica 2D per i Permessi di Ricerca “Passo di Piazza” e “Friddani” è stato definito attraverso uno studio di fattibilità ad approccio multidisciplinare al fine di individuare la migliore soluzione in termini tecnici ed economici, tenendo conto sia della necessità di mantenere la piena significatività scientifica del rilievo, sia delle specifiche caratteristiche geofisiche ed ambientali dell’area interessata. L’area di interesse è stata quindi dettagliatamente analizzata sotto i diversi aspetti:

- *geofisico ed operativo*, facendo ricorso ad un modello dedicato di Ray Tracing (software Parade, sviluppato da eni), al calcolo dei parametri sismici con formule teoriche (software Fipla, sviluppato da eni), all’analisi della massima frequenza dei dati sismici 2D esistenti nell’area;
- *vincolistico*, a livello nazionale, regionale e provinciale (parchi e riserve naturali, elementi di interesse paesistico, storico, architettonico, archeologico, ecc.);
- *ecologico*, attraverso l’attribuzione di uno specifico valore ecologico-ambientale ad ogni ecosistema presente nell’area di interesse.

I risultati delle analisi geofisiche hanno consentito di ricavare i parametri di acquisizione che sono stati utilizzati per la simulazione del lay-out ottimale di progetto mediante l’impiego di software dedicato.

Considerate le caratteristiche antropico-ambientali dell’area interessata dalle attività in progetto, come risulta dall’esame dell’**Allegato 2**, l’acquisizione sismica verrà principalmente eseguita tramite energizzazione con *vibroscis* (74%). Invece, nelle aree collinose, dove le pendenze risultano eccessive, l’acquisizione potrebbe essere integrata con la tecnica che prevede l’utilizzo dell’esplosivo (20%). La restante parte del tracciato delle linee sismiche, in parte corrisponde a zone dove sarà necessario verificare particolari prescrizioni degli enti gestori (3%), e in parte corrisponde a zone dove non è possibile ubicare le sorgenti energizzanti (3%).

Nella seguente **Figura 3-4** sono schematizzate le fasi operative del rilievo sismico in progetto, mentre nei successivi paragrafi sono descritte, in ordine di successione temporale, le attività preparatorie ed esecutive del rilievo sismico 2D in progetto.



**Figura 3-4: fasi dell'acquisizione sismica 2D**

#### 3.4.1. Ricognizione (scouting preliminare)

Prima di dare avvio ai lavori è necessario eseguire una ricognizione per verificare la fattibilità nel territorio del programma stabilito per il rilievo sismico.

In primo luogo, deve essere verificata la possibilità di utilizzare i supporti Geodetici e Topografici esistenti nell'area del rilievo, che sono necessari per il tracciamento ed il rilevamento topografico delle linee sismiche. In secondo luogo devono essere riconosciuti tutti gli impedimenti e le difficoltà ambientali che possono comportare modifiche operative alla geometria proposta del rilievo in campo, individuando le soluzioni che consentano di mantenere, entro limiti di tollerabilità accettabili, anche in zone di difficile accesso, gli allineamenti previsti dal programma originale, nel rispetto delle specifiche caratteristiche ambientali dei territori coinvolti.

Ultimata la fase di scouting viene attivata quella di "permitting" in cui i proprietari dei terreni interessati dallo stendimento sismico verranno personalmente contattati e informati sulle operazioni da effettuare.

 <b>Eni Med</b> Eni Mediterranea Idrocarburi S.p.A.	Data Gennaio 2017	Doc N° SAGE/SIA/001/2017	Rev.0	Foglio 9 di 36
--	----------------------	-----------------------------	-------	-------------------

### 3.4.2. Start Up

Lo scopo della fase di *Start Up* è di valutare e assicurare la qualità delle prestazioni della strumentazione in dotazione all'équipe che esegue il rilievo sismico.

Il controllo iniziale e periodico delle apparecchiature consente di esercitare un monitoraggio continuo, finalizzato al mantenimento di un elevato standard di rendimento nel tempo e di conformità alle specifiche richieste. In questo modo, eventuali difetti di funzionamento o carenze possono essere individuati e corretti. I risultati dei test sono poi utilizzati quale parametro di riferimento nel prosieguo dei lavori.

Nella fase di *Start Up*, e in ogni caso ogni volta che le operazioni hanno luogo in prossimità di manufatti, vengono eseguite prove vibrometriche per la determinazione della carica massima di esplosivo utilizzabile in prossimità di edifici ed altri manufatti sensibili (ad es. canali di bonifica arginati) presenti lungo le linee sismiche.

### 3.4.3. Topografia

La prima fase del lavoro topografico è l'inquadramento geodetico dell'area del rilievo, con il quale si ottengono sia i parametri di trasformazione del datum, sia le coordinate e le quote dei punti necessari per infittire la rete esistente che si utilizzeranno poi per il rilievo.

Per l'inquadramento sono normalmente utilizzati i punti GPS IGM 95 più affidabili e più facilmente utilizzabili come stazioni dei punti trigonometrici IGM tradizionali.

Il posizionamento dei punti di scoppio sul terreno, siano essi a esplosivo o a vibrazione, è compito della squadra di topografi in forza al *Seismic Contractor* che, a partire dalle posizioni teoriche fornite dal Cliente, provvede ad identificarle nella zona delle operazioni.

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

Se la posizione teorica del punto si trova in prossimità di un qualsiasi ostacolo presente nel luogo, si identifica mediante segnalazione con picchetto un nuovo punto vicino al precedente.

Nel caso in cui nessuna delle combinazioni geometriche evidenziate sia realizzabile, il punto di scoppio viene cancellato e non acquisito.

Il tracciamento delle linee sismiche, consistente nel posizionamento dei punti scoppio e delle stazioni di ricezione, viene realizzato mediante rilievi topografici molto accurati.

	<b>Eni Med</b> Eni Mediterranea Idrocarburi S.p.A.	Data Gennaio 2017	Doc N° SAGE/SIA/001/2017	Rev.0	Foglio 10 di 36
--	---	----------------------	-----------------------------	-------	--------------------

### 3.4.1. Vibroseis

Come detto l'acquisizione sismica verrà principalmente eseguita tramite energizzazione con *vibroseis* (cfr. **Figura 3-5**). Tale tecnica permette di ridurre al minimo l'impatto delle attività legate alle operazioni sismiche in prossimità di zone fortemente antropizzate.



**Figura 3-5: vibroseis**

Il *vibroseis* immette energia acustica nel terreno tramite una piastra che una volta appoggiata sul terreno emette una vibrazione (*sweep* - impulso di breve durata di tipo ondulatorio) continua per un certo periodo di tempo (generalmente da 8 a 32 secondi) in un certo range di frequenze (generalmente fra 5 e 100 Hz, a seconda delle esigenze esplorative e delle norme di sicurezza).

La sua caratteristica principale, quindi, è che l'energia immessa nel terreno è distribuita nel tempo, a differenza dell'esplosivo col quale l'immissione dell'energia è concentrata in un brevissimo lasso di tempo (sull'ordine dei microsecondi). 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* impiegati e il range di frequenze immesse.

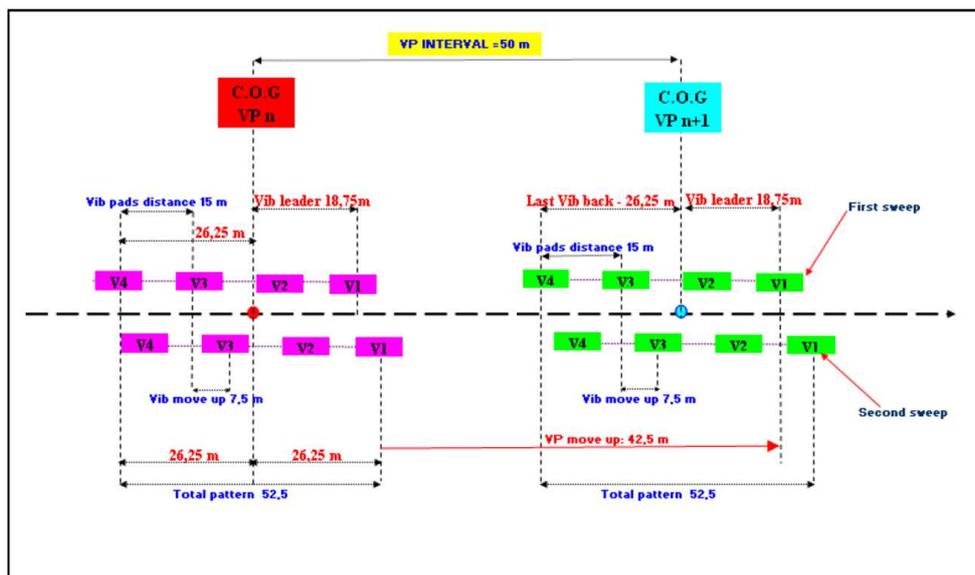
La piastra, posta al centro del *vibroseis*, viene posta in contatto con il terreno; l'emissione di frequenze è provocata da un sistema di valvole idrauliche che converte un impulso elettrico di riferimento in un flusso di olio idraulico che attiva un pistone. Per aumentare l'energia possono essere utilizzati simultaneamente più vibratori (da 3 fino ad 8). La distanza tra due punti di energizzazione è scelta in funzione delle necessità di acquisizione sia tecniche che logistiche (in genere 20-60 m).

Nello specifico, l'energia immessa nel terreno è distribuita generalmente su più *vibroseis* disposti in fila a costituire un gruppo o pattern (cfr. **Figura 3-6**)



**Figura 3-6: array di vibroseis in linea**

Di norma l'energizzazione di un punto specifico (*Vibration Point*, o VP) viene ripetuta spostando il gruppo di vibroseis di qualche metro (*move up distance*) e i dati sommati (*vertical stacking*) (cfr. **Figura 3-7**).



**Figura 3-7: esempio di schema di avanzamento dei vibroseis**

Quello che resta dopo una vibrata è semplicemente una zona (circa 1 m x 1 m) di terreno compattato.

In genere i punti di energizzazione vengono posizionati ai margini di appezzamenti interessati da colture di modesto pregio ed ai margini di strade carraie, evitando il più possibile di arrecare intralcio alla circolazione, rispettando le distanze previste dalla normativa; in ogni caso l'accesso ai punti di energizzazione viene effettuato tramite la viabilità esistente, di norma quindi senza lavori di movimento terra per l'apertura di piste.

La produzione giornaliera media di punti di vibrata si può stimare in circa 50 VP al giorno. Questa stima può subire in ogni caso delle variazioni in eccesso o in difetto.

 <b>Eni Med</b> Eni Mediterranea Idrocarburi S.p.A.	Data Gennaio 2017	Doc N° SAGE/SIA/001/2017	Rev.0	Foglio 12 di 36
--	----------------------	-----------------------------	-------	--------------------

### 3.4.2. Realizzazione dei Punti di Scoppio (Shot Points)

Nelle aree collinose, dove le pendenze risultano eccessive, l'acquisizione sismica potrebbe essere eseguita tramite energizzazione con utilizzo di esplosivo.

In questo caso, i punti di scoppio vengono generalmente realizzati con perforatrici di medie dimensioni, montate su trattore o autocarro, e autobotti per la fornitura di acqua.

La squadra di lavoro è normalmente composta da un perforatore, un bottista ed un manovale.

La definizione dei parametri definitivi dei pozzetti di scoppio (*shot points*) sarà soggetta a test di campagna preliminari che si realizzeranno all'inizio dell'acquisizione, nel rispetto delle limitazioni date dai vincoli ambientali ed antropici esistenti.

In linea di massima, i pozzetti avranno una profondità che potrà variare tra i 9 e 30 m, e la carica di dinamite per singolo scoppio sarà variabile, fino ad un ammontare di circa 10 Kg.

I fori stessi vengono di norma realizzati mediante sistema *rotary* a circolazione diretta di fluido bentonitico, il diametro (4" ÷ 6") è mantenuto costante fino a fondo foro. Il fluido di circolazione utilizzato durante la perforazione ha lo scopo di raffreddare lo scalpello, di riportare in superficie i detriti, di prevenire il franamento delle pareti nel pozzetto (soprattutto nel caso di perforazione in terreni non coesi) ed infine di creare uno strato impermeabile (*cake*) lungo le pareti del foro che impedisce il passaggio di fluidi a/da le formazioni attraversate.

In superficie il circuito fluidi è formato da una vasca in acciaio della capacità di circa 200 litri per la preparazione, il contenimento e la raccolta del fluido di perforazione in risalita dal foro, e da una pompa, per la reimmissione diretta del fluido stesso nella batteria di aste.

Completata la perforazione, nei fori vengono installati tubi in PVC di rivestimento, che consentono di sostenere le pareti del foro ed impediscono il contatto tra l'interno del foro stesso e le formazioni attraversate. Poco prima della registrazione del punto di scoppio, la carica esplosiva viene fatta discendere nella tubazione fino a fondo foro. La lunghezza effettiva della carica varia tra 1,0 e 5,0 m, in base alla quantità di esplosivo necessario.

A caricamento avvenuto, il pozzetto viene regolarmente riempito con borraggio, mediante introduzione in foro di una miscela di materiale inerte (sabbia e detriti di perforazione).

Tenuto conto delle caratteristiche antropico-ambientali dei territori oggetto di rilievo sismico, i punti di energizzazione vengono posizionati preferenzialmente ai margini di appezzamenti interessati da colture di modesto pregio o ai margini di strade carraie, evitando di arrecare intralcio alla circolazione e rispettando le distanze previste dalla normativa. In ogni caso si cercherà di effettuare l'accesso ai punti di energizzazione tramite la viabilità esistente. Pertanto, si cercherà di non prevedere l'apertura di piste finalizzate all'accesso di uomini e mezzi ai punti di esecuzione dei pozzetti di scoppio.

La perforazione e il ripristino dei pozzetti saranno eseguiti con idonee modalità operative atte a garantire l'impermeabilità delle aree indagate rispetto alle formazioni attraversate.

Inoltre, qualora i punti di energizzazione siano posizionati in prossimità di sistemi di captazione idrica (sia ad uso potabile che irriguo), rilevati arginali, canali di bonifica e manufatti sensibili, verranno adottate le procedure di sicurezza normalmente applicate per le prospezioni, che prevedono l'introduzione di una fascia

 <b>Eni Med</b> Eni Mediterranea Idrocarburi S.p.A.	Data Gennaio 2017	Doc N° SAGE/SIA/001/2017	Rev.0	Foglio 13 di 36
--	----------------------	-----------------------------	-------	--------------------

di rispetto da tali punti (salvo diversa prescrizione), nonché l'effettuazione di prove vibrometriche in prossimità di manufatti sensibili, al fine di poter stabilire con estrema precisione sia la quantità di carica da adottare per l'energizzazione dei punti di scoppio a margine di detti manufatti, che la relativa distanza di sicurezza.

In particolare, per quanto riguarda la distanza dei fori dai canali artificiali, qualora esistenti, la fascia di rispetto dal bordo del canale (canali in trincea) o dal piede dell'argine dovrà essere almeno pari alla profondità del pozzetto di scoppio e comunque non inferiore ai 10 metri.

Quanto detto si applicherà naturalmente anche nel caso in cui alcuni punti di energizzazione siano realizzati tramite energia immessa nel terreno dai vibratorii o dalla massa battente.

### 3.4.3. *Up Holes*

Nel progetto di acquisizione sismica 2D è previsto anche un programma di acquisizione *up hole*, consistente in piccoli pozzi perforati (ciascuno fino ad una profondità variabile da circa 60 a circa 100 m) allo scopo di determinare con precisione la velocità di attraversamento degli strati superficiali.

In dettaglio la tecnica *up hole* consiste nella misurazione dei tempi di arrivo di un impulso acustico effettuato in superficie e registrato da ricevitori posti a differenti profondità in un pozzo. Dai tempi misurati, conoscendo la profondità, si ricava la velocità di propagazione delle onde acustiche.

Per la perforazione degli *up hole* possono essere utilizzate due differenti tecnologie: perforazione ad aria e/o a circolazione diretta di fluido, in base ai risultati dei test preliminari che saranno effettuati sulle caratteristiche litologiche delle rocce attraversate. Tali pozzi generalmente si realizzano all'inizio ed alla fine di ogni linea sismica ed agli incroci delle stesse. Facendo riferimento alla mappa riportante l'ubicazione delle linee sismiche in progetto (cfr. **Allegato 2**), il numero di *up hole* previsti è di circa 50. Tale numero potrebbe ridursi sensibilmente sulla base dell'operatività che le condizioni del territorio consentiranno al momento dell'acquisizione sismica.

La sorgente energizzante prevista per gli *up hole* in progetto sarà una mazza battente superficiale tipo "Hammer" da circa 10 Kg che orizzontalmente impatta sulle facce verticali di un parallelepipedo in ferro, assicurato al terreno tramite alette metalliche solidali con il parallelepipedo ed infisse nel terreno.

Nel caso risulti necessario realizzare *up hole* più profondi, invece sarà utilizzato un "Weigth Drop" (cfr. **Figura 3-8**), sorgente energizzante, adatta all'utilizzo in campo, che utilizza una tecnologia semplice per spingere il "martello" ad una velocità elevata.

Caratteristica dei sistemi a massa battente è l'alta ripetitività, che permette di sommare quantità relativamente modeste di energia senza recare danni a manufatti relativamente vicini e di eliminare sommandoli tutti i rumori disorganizzati. La natura impulsiva dell'energia della massa battente permette di energizzare a piccole distanze dai manufatti.

Il peso del mezzo che trasporta la massa battente è contenuto e, pertanto, l'unità può seguire l'andamento ideale della linea sismica, senza arrecare danni significativi alle colture agricole ed all'ambiente. In genere tali sistemi sono progettati per essere montati facilmente su rimorchi e/o veicoli fuoristrada che possono circolare su strade senza la necessità di permessi particolari.



**Figura 3-8: esempio di sistema “Weight Drop”**

Tali pozzi generalmente si realizzano all’inizio ed alla fine di ogni linea sismica ed agli incroci delle stesse.

Facendo riferimento alla mappa riportante l’ubicazione delle linee sismiche in progetto (cfr. **Allegato 2**), il numero di *up hole* previsti è di circa 50. Tale numero potrebbe ridursi sensibilmente sulla base dell’operatività che le condizioni del territorio consentiranno al momento dell’acquisizione sismica.

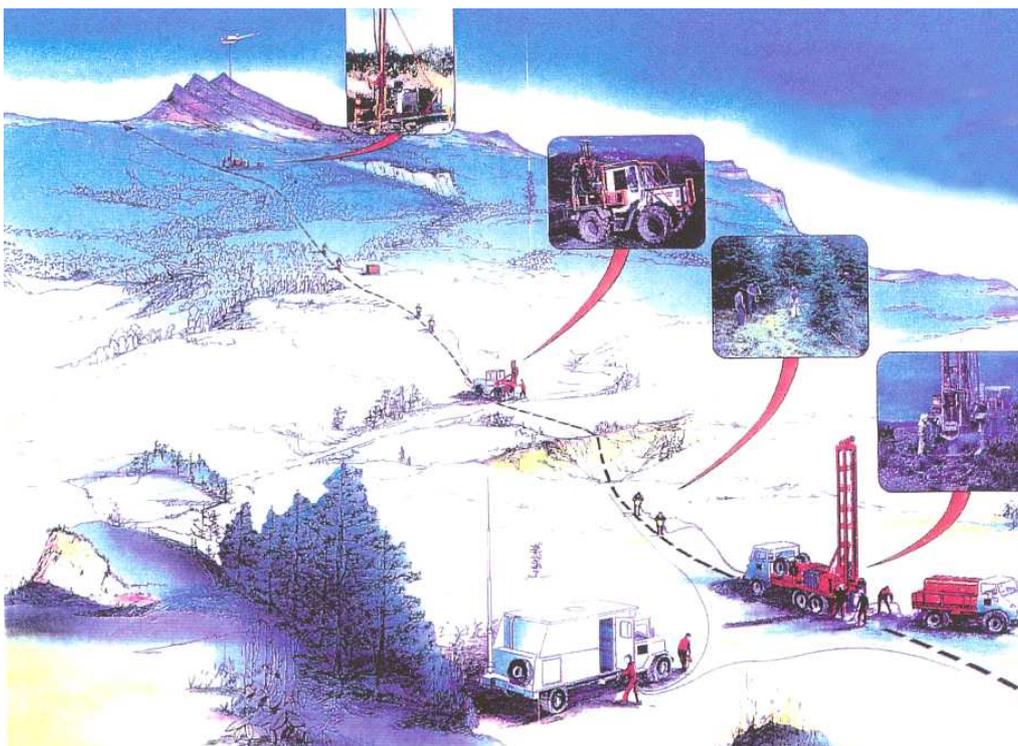
#### 3.4.4. *Registrazione*

##### **Preparazione degli stendimenti**

Lo stendimento dei cavi e dei geofoni segue il tracciato topografico della linea sismica. Nel caso di utilizzo della viabilità ordinaria, i cavi, caratterizzati da colorazione ben visibile, vengono posizionati parallelamente ed al lato della stessa. L’eventuale attraversamento con i cavi di strade avviene secondo le modalità indicate dagli organi di competenza (ad esempio Anas, Polstrada, Polizia Urbana).

Per lo stendimento di cavi, geofoni e apparecchiature elettroniche su fondi privati, l’accesso avviene generalmente a piedi e dietro consenso del proprietario.

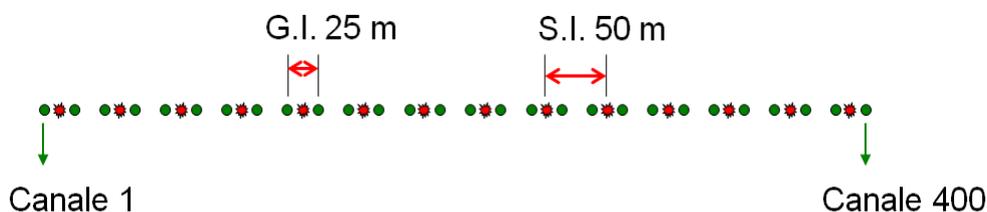
I mezzi utilizzati per il trasporto di cavi e geofoni, fin dove possibile e autorizzato, sono veicoli a trazione integrale (fuoristrada). Anche l’apparecchiatura di registrazione è trasportata su autoveicolo a trazione integrale (cfr. **Figura 3-9**).



**Figura 3-9: rappresentazione-tipo delle operazioni di campagna di un rilievo sismico 2D**

Le energizzazioni effettuate per l'acquisizione sismica 2D in progetto (siano essi ad esplosivo, a *vibroseis* o a massa battente) avranno luogo a distanza di 50 m l'uno dall'altro, coprendo l'intera estensione di ogni linea sismica in programma: per ogni energizzazione risulteranno attivi (in ricezione) 400 canali (ogni canale corrisponde ad un gruppo di 12 o 24 geofoni in ricezione), separati tra loro per una distanza pari a 25 m, come risulta dalla seguente **Figura 3-10**.

## Italia – PASSO DI PIAZZA – Studio di Fattibilità Layout di Acquisizione e Parametri Operativi



**Figura 3-10: layout di acquisizione sismica 2D**

 <b>Eni Med</b> Eni Mediterranea Idrocarburi S.p.A.	Data Gennaio 2017	Doc N° SAGE/SIA/001/2017	Rev.0	Foglio 16 di 36
--	----------------------	-----------------------------	-------	--------------------

### **Esplosivo**

Con l'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 s'innescano nei componenti della miscela esplosiva.

Il fenomeno dell'esplosione è definibile come un aumento istantaneo di pressione, che nasce all'interno dell'esplosivo e viene trasferito al mezzo circostante. Tale urto precede l'espansione dei gas che si liberano dall'esplosione.

A seguito dell'esplosione il materiale intorno al fondo del foro viene deformato in un tempo molto breve. Una parte della deformazione ha carattere plastico e produce effetti di deformazione anelastica in un'area limitata e in prossimità del fondo del foro, laddove le sollecitazioni indotte superano i limiti di elasticità dell'ammasso roccioso. Tali effetti interessano in ogni caso aree localizzate nell'immediata vicinanza del punto di scoppio, per dimensioni dell'ordine di grandezza del metro. La parte della deformazione che ha carattere elastico produce il moto vibratorio che si propaga nella roccia ed è registrato dagli strumenti della prospezione sismica.

La qualità dell'esplosivo ed il suo confezionamento sono strettamente legate al particolare impiego che ne viene fatto, in particolare, nella prospezione sismica sono richieste all'esplosivo le seguenti caratteristiche:

- 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 per un facile affondamento delle cariche nei fori di sondaggio riempiti di fango 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. L'aggiunta di sali pesanti, oltre ad aumentare il peso specifico della carica, riduce gli effetti di scadimento della velocità di detonazione per invecchiamento della carica o per compressione idrostatica della stessa.

Le cariche sono confezionate in confezioni rigide di plastica antistatica in 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 porta-detonatore, sono avvitali tra loro, consentendo quindi la formazione di colonne rigide di esplosivo.

La quantità di esplosivo utilizzata per singolo scoppio varia in funzione della "risposta" sismica delle formazioni da investigare, oltre che dei vincoli di qualità richiesti ad ogni singola prospezione. Mediamente si utilizzano cariche dell'ordine di 1-10 kg di esplosivo, collocate a profondità diverse in fori di sondaggio appositamente realizzati, che raggiungono profondità contenute generalmente nei primi 30 metri dal piano campagna.

Con riferimento al progetto di acquisizione sismica 2D oggetto di studio, le indagini preliminari eseguite hanno mostrato che indicativamente i pozzetti di scoppio avranno una profondità compresa tra i 9 ed i 30 m dal p.c. e la carica di esplosivo utilizzata sarà dell'ordine di 1÷10 kg in foro singolo.

Tale parametrizzazione comunque sarà soggetta a test di campagna e potrà essere variata anche in funzione delle limitazioni date dai vincoli antropico-ambientali esistenti.

 <b>Eni Med</b> Eni Mediterranea Idrocarburi S.p.A.	Data Gennaio 2017	Doc N° SAGE/SIA/001/2017	Rev.0	Foglio 17 di 36
--	----------------------	-----------------------------	-------	--------------------

Le cariche vengono fatte scoppiare mediante l'uso di detonatori elettrici, che vengono a loro volta innescati mediante correnti di intensità opportuna.

Dopo aver posizionato il registratore sismico sulla linea in modo da assicurare una copertura completa delle trasmissioni via radio, si effettua il collegamento della linea al registratore sismico stesso. Successivamente, si dà avvio alle operazioni di registrazione eseguendo prima i *test* giornalieri per il controllo della strumentazione, dopodiché si comunica l'inizio di caricamento dei fori, di brillamento e di registrazione dei dati sismici.

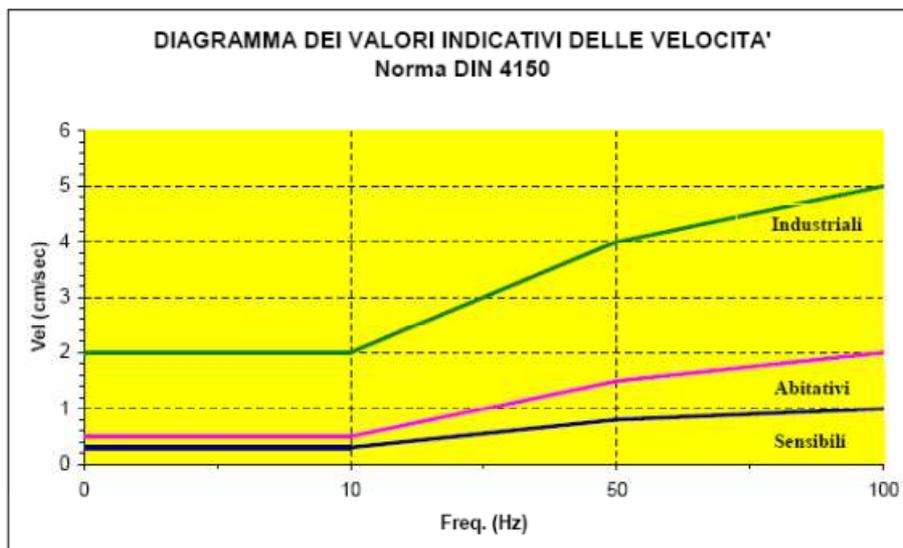
### Vibroseis

Per quanto riguarda la quantità di energia emanata dai vibratori nel terreno e la distanza di sicurezza da mantenere in prossimità di manufatti sensibili, si eseguono delle prove vibrometriche sia nella fase di *Start Up* del progetto, che durante la fase di registrazione. Tali prove permettono di stabilire con estrema precisione sia l'energia da immettere nel terreno, che la relativa distanza di sicurezza da mantenere in prossimità di edifici, di elementi di interesse storico, architettonico e archeologico, e di manufatti presenti in prossimità delle linee sismiche, così da evitare il rischio di produrre danni permanenti alle strutture e/o possibili compromissioni della loro funzionalità statica e/o idraulica.

In particolare, al fine di stimare l'energia massima utilizzabile con i vibratori si esegue una misurazione della velocità delle particelle indotte in prossimità degli edifici urbani ed industriali e delle varie strutture presenti nell'area d'indagine.

Il monitoraggio si effettua a diverse distanze e con diverse modalità di energizzazione da parte dei vibratori (High e Low Force). In fase di analisi si ricercano le leggi di decadimento delle vibrazioni correlando la velocità delle particelle e la distanza dal punto di vibrata. Tali leggi si ottengono per ciascuna delle componenti assiali come interpolazione dei valori sperimentali riscontrati.

Per l'analisi vibrometrica la normativa di riferimento è la DIN 4150, con essa infatti è possibile correlare due grandezze fondamentali quali frequenza e velocità delle particelle in relazione alle strutture esistenti nell'area di indagine. Di seguito (cfr. **Figura 3-11** e **Figura 3-12**) sono riportati i valori limite della velocità e della frequenza al di sotto dei quali gli edifici (industriali, abitativi e sensibili) sono in condizioni di sicurezza.



**Figura 3-11: normativa DIN 4150 – valori limite ampiezza vs frequenza**

Classe della struttura	Intervalli di frequenza		
	< 10Hz	10-50Hz	50-100Hz
1) Edifici di tipo industriale e/o commerciale ed assimilabili.	2 (cm/sec)	2-4 (cm/sec)	4-5 (cm/sec)
2) Edifici tipici di abitazioni e similari	0.5 (cm/sec)	0.5-1.5 (cm/sec)	1.5-2 (cm/sec)
3) Edifici di elevata sensibilità alle vibrazioni tipo monumenti ed edifici storici.	0.3 (cm/sec)	0.3-0.8 (cm/sec)	0.8-1 (cm/sec)

**Figura 3-12: normativa DIN 4150 – valori indicativi per classi di struttura**

Durante l'energizzazione si esegue il monitoraggio delle vibrazioni indotte sulle strutture più vicine ai punti di energizzazione. Inoltre si compila un rapporto in cui si specifica:

- Numero del VP acquisito
- Posizione dello strumento di registrazione UVS o Vibralock
- Valore delle componenti assiali
- Natura geologica del terreno superficiale
- Categoria e gruppo della costruzione e categoria della struttura (secondo norma DIN 4150).

Nella seguente **Figura 3-13** si riporta un esempio di plottaggio delle misure vibrometriche. Dall'andamento delle curve ricavate si può notare che per distanze superiori ai 50 m lo strumento non ha acquisito dati significativi, nel rispetto dei limiti imposti.

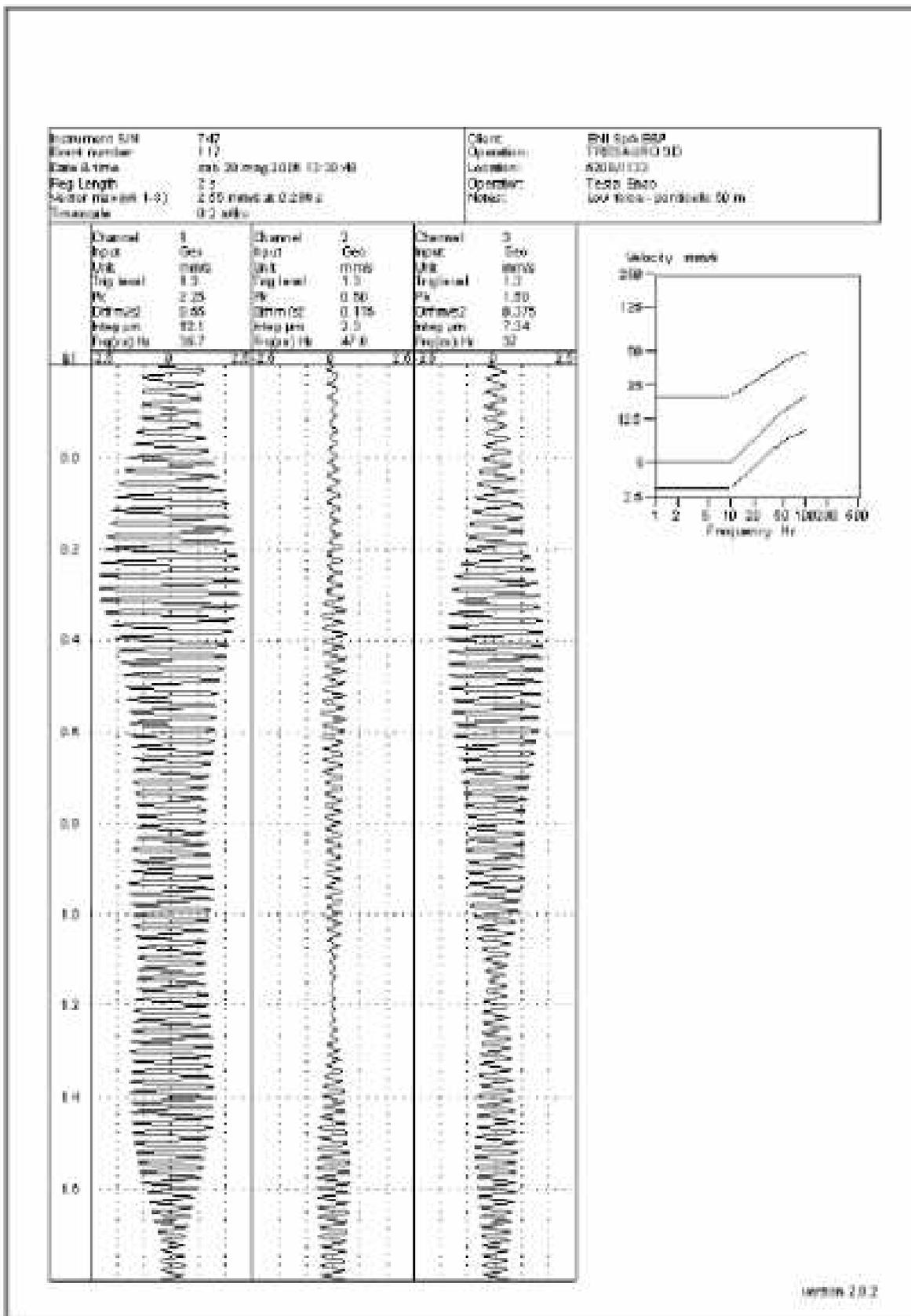


Figura 3-13: esempio di plot di una misura vibrometrica

 <b>Eni Med</b> Eni Mediterranea Idrocarburi S.p.A.	Data Gennaio 2017	Doc N° SAGE/SIA/001/2017	Rev.0	Foglio 20 di 36
--	----------------------	-----------------------------	-------	--------------------

### 3.4.5. Bonifica Punti di Scoppio (Shot Points) e Fori (Up Hole)

In continuità con le operazioni di campagna, a brillamento avvenuto, il punto di scoppio già registrato e l'area circostante vengono bonificati.

In generale l'operazione di chiusura dei fori e bonifica dell'area limitrofa viene svolta poco tempo dopo lo scoppio (in genere mezz'ora / un'ora dopo) da due addetti che hanno in dotazione un apposito automezzo.

L'esplosione della carica produce un cumulo di detriti, del volume stimabile in circa 0,1 – 0.7 m<sup>3</sup> per fori della profondità compresa tra 9 e 30 m, che si forma in corrispondenza del punto di scoppio, e proietta a breve distanza da questo (1 – 2 m) frammenti dei tubi in PVC e dei cavi utilizzati per l'innesco.

Di norma la bonifica e la chiusura dei punti di scoppio viene così eseguita:

- intasamento con materiale inerte misto a terriccio fino alla profondità di circa 5÷6 m dal livello campagna;
- inserimento di un tappo in PVC (ad alette) fino alla profondità raggiunta dal precedente riempimento;
- intasamento con materiale residuo di perforazione misto a terra sino alla bocca del pozzo.

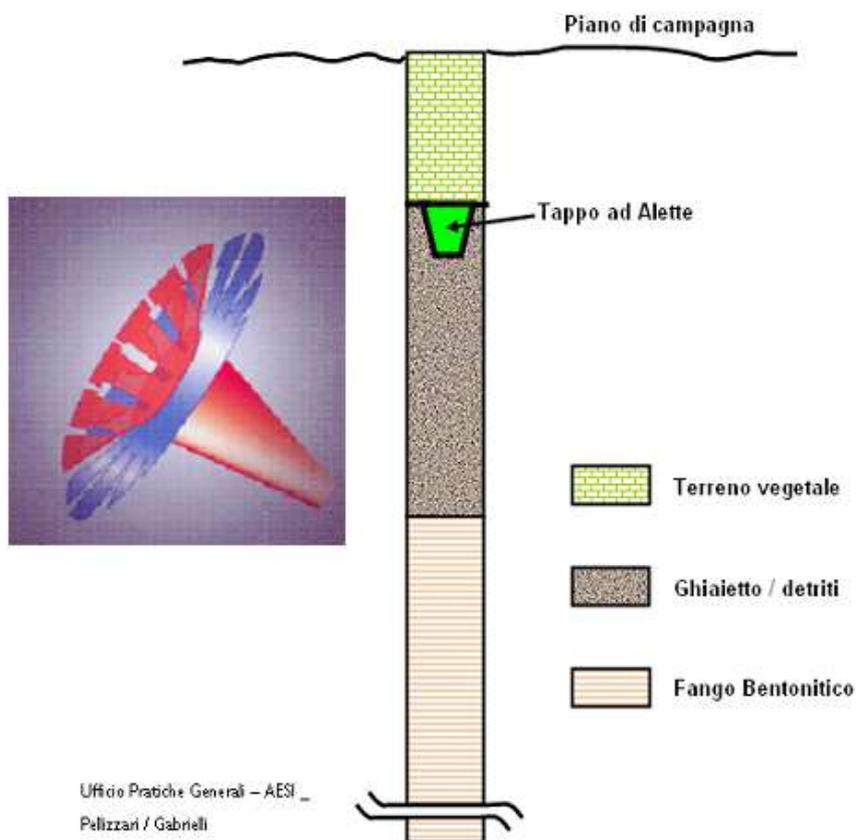
Il punto di scoppio così ripristinato non costituisce pericolo per lo scambio tra falde acquifere ed inoltre si compatta in breve tempo per effetto della pressione esercitata dal terreno circostante.

Nelle pagine successive vengono riassunte le principali tecniche di ripristino dei pozzetti carichi ad esplosivo e dei fori per gli *up holes*.

## Sistema A

Nella seguente **Figura 3-14** è illustrato il sistema che viene adottato normalmente e che consiste nel riempire il pozzetto fino al piano di 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 due metri di profondità un "tappo di plastica ad alette", al di sopra di tale tappo si effettuerà il riempimento con terreno agrario.

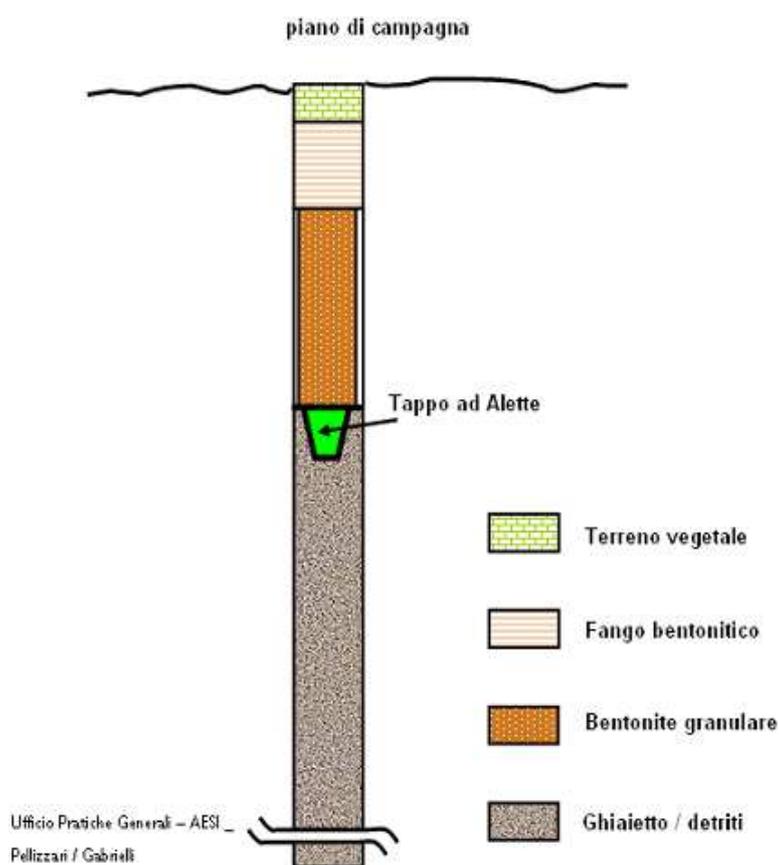


**Figura 3-14: schema di ripristino di un pozzo di scoppio dopo l'esplosione - Sistema A**

**Sistema B**

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 idrofilo 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.

Viene così effettuata una impermeabilizzazione del tratto più superficiale del pozzetto. L'impermeabilizzazione è assicurata dal noto fenomeno di idratazione della bentonite granulare che, a contatto con acqua di irrigazione, si rigonfia occludendo ogni interstizio.



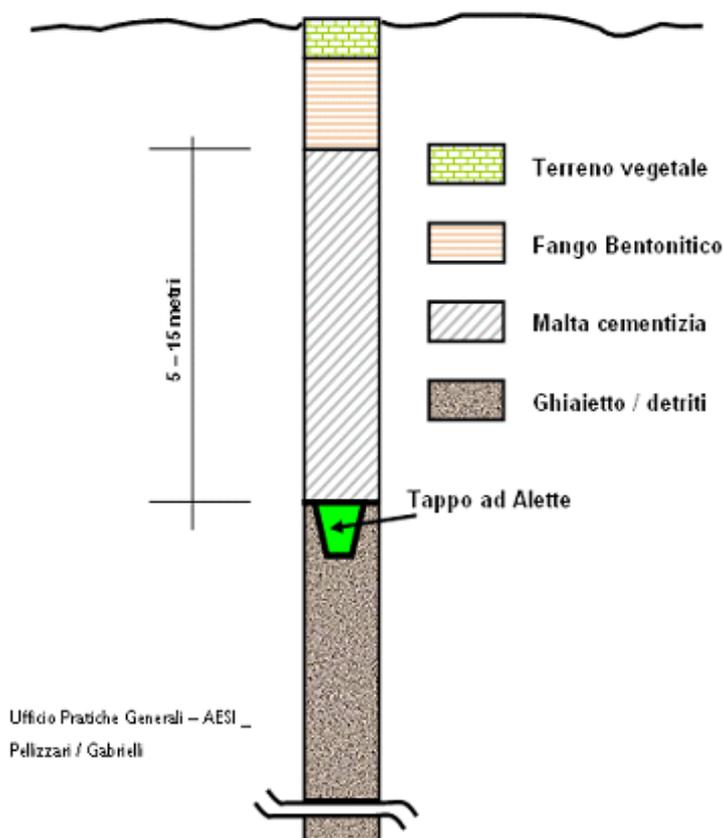
**Figura 3-15: schema di ripristino di un pozzo di scoppio dopo l'esplosione - Sistema B**

**Sistema C**

Un'altra tecnica di chiusura dei pozzetti di scoppio è riservata per alcuni casi o ambiti particolari quali: risaie; arginature di corsi d'acqua, fontanili, possibilità di commistione fra falde diverse.

In questi casi viene eseguita al di sopra del tappo, una cementazione di lunghezza variabile da 5 a 15 metri (a seconda dei casi) iniettando nel foro cemento o miscela di cemento e bentonite. Al di sopra si procede al riempimento con bentonite e terreno vegetale fino alla superficie.

Tale tecnica, che prevede l'utilizzo di unità mobili gommate supplementari, munite di motopompe, miscelatori per fluidi 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 danni ai terreni interessati, causati dal transito dei mezzi stessi.

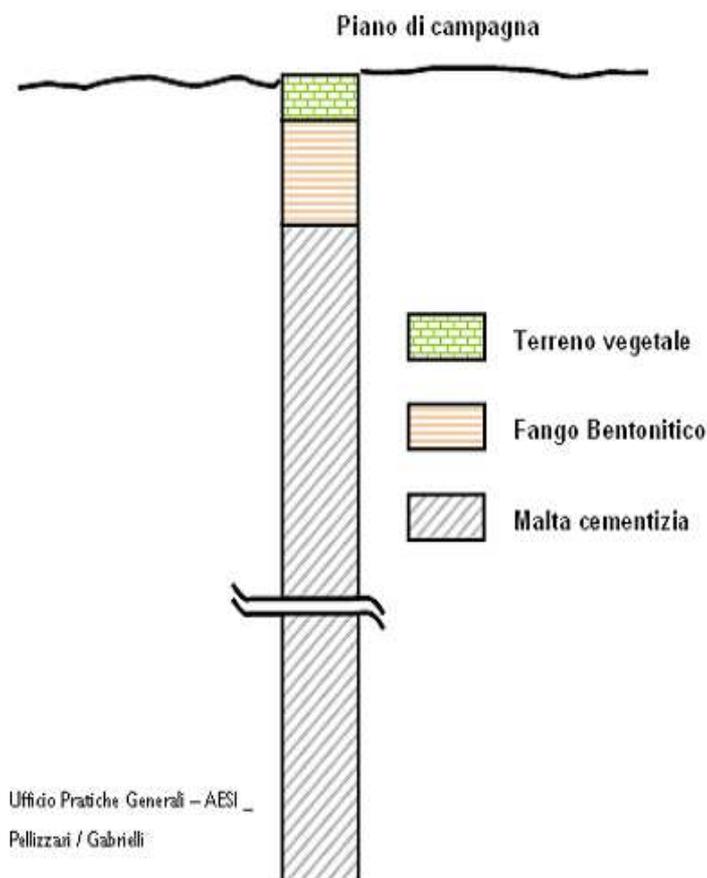


**Figura 3-16: schema di ripristino di un pozzo di scoppio dopo l'esplosione - Sistema C**

**Sistema D**

Un altro metodo di chiusura, estensione del precedente, si esegue laddove dovesse verificarsi una erogazione spontanea di acqua o gas dal pozzetto sismico. 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 degli *up holes*. 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 1500-1900 g/l, deve essere pompata a fondo pozzo, attraverso le aste di perforazione stesse, procedendo dal basso verso l'alto; ciò al fine di ottenere una sigillatura affidabile e duratura.



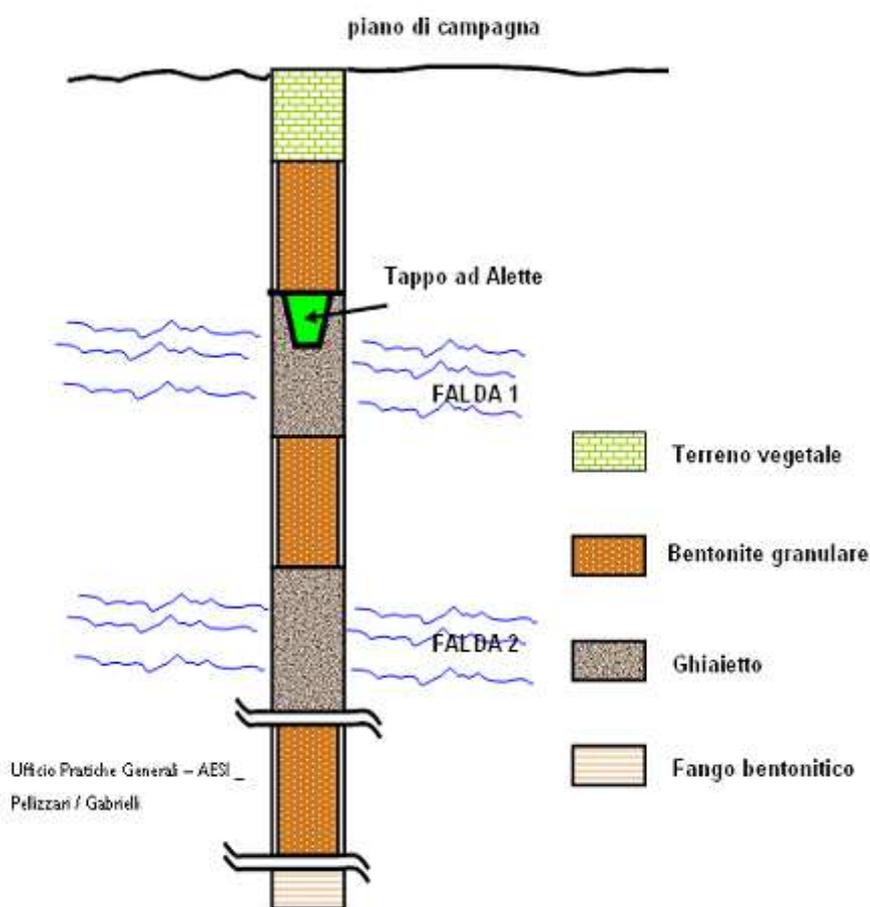
**Figura 3-17: schema di ripristino di un pozzo di scoppio dopo l'esplosione - Sistema D**

**Sistema E**

Se durante la perforazione 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 1 metro, alternati a strati di ghiaietto; il tutto viene ricoperto con terreno agrario.

Per migliorare l'efficacia della sigillatura superficiale viene posizionato a circa due metri di profondità un tappo di plastica ad alette.

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.



**Figura 3-18: schema di ripristino di un pozzo di scoppio dopo l'esplosione - Sistema E**

 <b>Eni Med</b> Eni Mediterranea Idrocarburi S.p.A.	Data Gennaio 2017	Doc N° SAGE/SIA/001/2017	Rev.0	Foglio 26 di 36
--	----------------------	-----------------------------	-------	--------------------

### 3.4.6. Ripristino Territoriale

Alle operazioni di registrazione e di ripristino dei pozzi di scoppio, seguono quelle di ripulitura del tracciato, atte al ripristino dell'ambiente per riportarlo alle condizioni originarie. Un'apposita squadra di "bonifica ambientale", dotata di idonei automezzi, provvede al recupero dei luoghi interessati dall'attività sismica e/o dal passaggio dei mezzi di trasporto.

Gli automezzi predisposti all'attività di bonifica (generalmente 4x4 cassonati) sono riconoscibili da una dicitura apposta sui veicoli. In particolare la squadra di bonifica provvede dapprima allo sgombero degli eventuali resti dell'attività sismica quali:

- fili e rocchetti utilizzati per i contatti elettrici di detonazione;
- tubi in PVC;
- involucri ed imballi dell'esplosivo e ogni altro oggetto lasciato impropriamente sul terreno;
- nastri e picchetti di segnalazione della linea sismica.

Successivamente, la squadra provvede a livellare il terreno nel punto di scoppio e a eliminare le tracce lasciate sul terreno da tutte le macchine e attrezzature impiegate nell'attività sismica

I materiali residui, quali tubi in PVC, cavi elettrici dei detonatori, oli, etc., non più riutilizzabili vengono smaltiti da una società specializzata e autorizzata ai sensi della vigente normativa.

 <b>Eni Med</b> Eni Mediterranea Idrocarburi S.p.A.	Data Gennaio 2017	Doc N° SAGE/SIA/001/2017	Rev.0	Foglio 27 di 36
--	----------------------	-----------------------------	-------	--------------------

### 3.5. MEZZI UTILIZZATI

Per l'attività di acquisizione sismica 2D in progetto verranno utilizzati i seguenti mezzi:

- impianto montato su trattore (4 x 4) per perforazione "convenzionale";
- impianto montato su autocarri a trazione integrale per la perforazione di pozzetti per gli *up holes*;
- autobotti per la fornitura di acqua;
- automezzo 4x4 per il trasporto delle apparecchiature di registrazione;
- automezzi a trazione integrale (fuoristrada) per attività di campagna (rilievi topografici, stendimento cavi e geofoni ecc.);
- automezzo 4x4 cassonato e dotato di braccio meccanico per la raccolta dei residui di perforazione e bonifica pozzetti sismici.

Nel caso in cui fosse necessario, potrà essere utilizzata un'unità supplementare per la sigillatura dei pozzetti sismici, così equipaggiata:

- automezzo 4 x 4 per trasporto materiali;
- vasca in acciaio di circa 200 litri;
- pompa idonea a pompare i fluidi di perforazione;
- aste metalliche ad innesto rapido;
- tubi in gomma ad alta pressione con relativi raccordi;
- pompa di cantiere;
- automezzo per trasporto materiali equipaggiato con motogeneratore di corrente e miscelatore di fluidi di perforazione e cementi

 <b>Eni Med</b> Eni Mediterranea Idrocarburi S.p.A.	Data Gennaio 2017	Doc N° SAGE/SIA/001/2017	Rev.0	Foglio 28 di 36
--	----------------------	-----------------------------	-------	--------------------

### 3.6. TEMPISTICA DI REALIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ

Indicativamente, la durata complessiva delle diverse fasi in cui si articola l'attività di acquisizione sismica in progetto sarà:

- ricognizione e rilievo topografico: circa 2-3 settimane;
- realizzazione punti di scoppio e registrazione: circa 5-6 mesi, variabile in base alle condizioni meteorologiche del periodo di esecuzione dei lavori;
- bonifica punti di scoppio e ripristino ambientale: viene effettuata simultaneamente alla registrazione e indicativamente può terminare circa 1 settimana dopo la fine delle registrazioni.

Complessivamente, l'insieme delle attività in oggetto avrà una durata temporale di circa **6-7 mesi**.

Le attività si svolgeranno unicamente durante le ore diurne, per cinque giorni alla settimana (da lunedì a venerdì).

Si precisa, tuttavia, che tali attività non interesseranno contemporaneamente l'intero territorio oggetto dell'acquisizione sismica, ma verranno effettuate in successione su porzioni limitate di territorio, per una durata che a scala locale sarà pari a circa **5-10 giorni**.

 <b>Eni Med</b> Eni Mediterranea Idrocarburi S.p.A.	Data Gennaio 2017	Doc N° SAGE/SIA/001/2017	Rev.0	Foglio 29 di 36
--	----------------------	-----------------------------	-------	--------------------

### 3.7. UTILIZZO DI RISORSE

Le attività di prospezione sismica non necessitano di un vero e proprio utilizzo di risorse intese come particolari consumi di materiali, di superfici o di risorse naturali dell'ambiente. Per la corretta esecuzione delle varie operazioni, infatti, è previsto l'impiego di:

- esplosivi e materiali inerti per il successivo ritombamento del foro, per singolo pozzetto;
- mezzi d'opera per il trasporto delle apparecchiature di registrazione, degli impianti di perforazione e dei mezzi per l'indagine con *vibroseis*;
- mezzi d'opera per la bonifica dei pozzetti sismici e il ripristino ambientale delle aree interessate.

Tuttavia, di seguito si riporta una stima puramente indicativa delle risorse tipicamente utilizzate durante le attività di prospezione sismica previste.

#### 3.7.1. Acqua

Durante la fase di realizzazione dei pozzetti di scoppio e degli *up holes* saranno utilizzati modesti quantitativi di acqua. L'approvvigionamento avverrà mediante autobotte. Non sono previsti prelievi idrici da corsi d'acqua superficiali e/o sotterranee.

#### 3.7.2. Suolo

Le attività in progetto verranno svolte principalmente su terreno agricolo (adibito a seminativi, prati e pascoli), utilizzando la viabilità esistente per l'accesso ai punti di energizzazione. Nella fase di realizzazione dei pozzetti di scoppio verranno utilizzate, in maniera temporanea, piccole superfici di suolo (dell'ordine di pochi metri quadrati). I punti di energizzazione verranno posizionati preferenzialmente ai margini di appezzamenti interessati da colture di modesto pregio o ai margini di strade carraie, evitando di arrecare intralcio alla circolazione e rispettando le distanze previste dalla normativa. Nel caso di utilizzo della viabilità ordinaria, i cavi verranno posizionati parallelamente ad essa ed al lato della stessa. Nel caso di stendimento di cavi, geofoni e apparecchiature su fondi privati, l'accesso avverrà generalmente a piedi e dietro consenso del proprietario. In ogni caso non si prevede l'esecuzione di lavori di movimento terra, per l'apertura di piste finalizzate all'accesso di uomini e mezzi ai punti di esecuzione dei pozzetti di scoppio. Al termine delle operazioni, eventuali danni marginali al soprassuolo (colture, ecc.) saranno risarciti ai titolari del fondo.

Le operazioni di chiusura dei fori e di ripristino dell'area limitrofa saranno svolte poco tempo dopo lo scoppio (in genere mezz'ora – un'ora dopo). Per le operazioni di ripristino ambientale si utilizzerà esclusivamente il terreno agrario precedentemente accantonato, senza immissioni di suoli "estranei" dall'esterno.

#### 3.7.3. Gasolio

Il gasolio utilizzato sarà esclusivamente quello necessario al funzionamento delle macchine operatrici e dei veicoli coinvolti nelle attività (trattori, mezzi di trasporto, ecc...)

 <b>Eni Med</b> Eni Mediterranea Idrocarburi S.p.A.	Data Gennaio 2017	Doc N° SAGE/SIA/001/2017	Rev.0	Foglio 30 di 36
--	----------------------	-----------------------------	-------	--------------------

### 3.8. STIMA EMISSIONI, SCARICHI, PRODUZIONE RIFIUTI, RUMORE, TRAFFICO

#### 3.8.1. Emissioni in atmosfera

Le emissioni in atmosfera connesse alle attività di acquisizione sismica 2D sono esclusivamente legate all'utilizzo dei mezzi. La principale fonte di emissione, infatti, è rappresentata dai gas di scarico dei motori dei mezzi utilizzati per il trasporto delle attrezzature, del personale, per l'esecuzione delle indagini geofisiche e utilizzati per il trasporto dei vibratorii, dell'impianto di perforazione (utilizzato per la realizzazione dei fori degli *up holes*) e della massa battente per energizzare gli *up holes*. Si sottolinea che i mezzi utilizzati saranno moderni ed in linea con gli standard di riferimento e le normative vigenti in termini di emissione. Inoltre, sarà garantita la corretta manutenzione degli stessi.

Si precisa che, non essendo prevista la movimentazione di terreno, il sollevamento di polveri durante le attività in progetto può essere considerato una fonte di inquinamento atmosferico secondario, derivante solo dalla movimentazione dei mezzi meccanici su terreno e dalle attività di livellamento delle aree per il ripristino del profilo agrario al termine dei lavori.

#### 3.8.2. Emissione di radiazioni ionizzanti e non ionizzanti

Le attività in progetto non determineranno emissioni di radiazioni ionizzanti e non ionizzanti.

#### 3.8.3. Emissioni sonore

Le emissioni sonore connesse alle indagini geofisiche in progetto sono rappresentate quasi esclusivamente dal disturbo temporaneo provocato dai mezzi utilizzati per il trasporto delle attrezzature e del personale.

Inoltre, nei casi in cui si scelga una tecnica di energizzazione a "*vibroiseis*", un apporto aggiuntivo può essere rappresentato dall'uso di mezzi speciali.

Durante le fasi di approntamento dei punti di scoppio e degli *up holes*, il rumore prodotto è avvertibile solo dagli operatori addetti e tutta la sequenza delle operazioni non produrrà interferenze acustiche significative.

Durante l'esecuzione del rilievo sismico il rumore è provocato dalle esplosioni o dalle vibrazioni indotte dalla fonte energizzante. Nel caso di uso di carica detonante (metodo ad esplosivo), il rumore prodotto è legato alla fase di detonazione e, in realtà, risulta di limitata entità in considerazione della piccola quantità di carica generalmente utilizzata per ogni scoppio e della profondità di posa della carica nel pozzetto.

Per quanto riguarda il rumore generato dall'utilizzo del metodo *vibroiseis*, pubblicazioni internazionali relative a dati inerenti l'impatto acustico dimostrano, sulla base dei risultati delle misurazioni e dai dati raccolti, che il rumore emesso è assimilabile a quello di una normale macchina agricola in azione.

In fase di energizzazione, il livello di potenza sonora dei vibratorii, senza considerare l'uso di pannelli insonorizzanti (in via cautelativa), si ipotizza essere pari a 105 dB(A). Invece, il livello di potenza sonora della motrice si ipotizza trascurabile (<10 dB(A)) se confrontato con il livello di potenza sonora della massa vibrante.

Infine, si precisa che gli operatori di norma saranno dotati degli opportuni Dispositivi di Protezione Individuale (Otoprotettori) individuati in relazione al macchinario effettivamente utilizzato.

 <b>Eni Med</b> Eni Mediterranea Idrocarburi S.p.A.	Data Gennaio 2017	Doc N° SAGE/SIA/001/2017	Rev.0	Foglio 31 di 36
--	----------------------	-----------------------------	-------	--------------------

#### 3.8.4. Vibrazioni

Le vibrazioni indotte dall'uso di carica esplosiva sono legate alla fase di detonazione e risultano, in realtà, di limitata entità in considerazione della piccola quantità di carica utilizzata per ogni scoppio e della profondità di posa delle stesse cariche nel pozzetto (da 9 a 30 m).

Le vibrazioni emesse dal *vibroscis* e dal mezzo che trasporta la massa battente (acquisizione *up holes*) durante gli spostamenti sono in tutto e per tutto assimilabili a quelle di un normale mezzo meccanico.

Gli impulsi di onde elastiche emesse durante l'energizzazione, anch'esse classificabili come vibrazioni, sono d'intensità molto ridotta e di breve durata temporale per cui la cui propagazione in superficie risulta assai limitata. Le perturbazioni attese si verificano nell'immediato sottosuolo entro la ventina di metri e sono rapidamente e totalmente reversibili al cessare delle attività di prospezione.

Le vibrazioni prodotte saranno, pertanto, di entità percepibile solo da specifica strumentazione sismica.

#### 3.8.5. Scarichi idrici

Ai fini dell'acquisizione delle linee sismiche 2D non è prevista la produzione di scarichi di natura industriale e/o civile. Eventuali fluidi utilizzati in fase di perforazione di pozzetti di scoppio e degli *up holes* verranno gestiti come rifiuti in conformità alla legislazione vigente.

#### 3.8.6. Produzione di rifiuti

Durante le attività di prospezione sismica verranno prodotti rifiuti solidi in quantità limitate, riconducibili alle seguenti tipologie:

- fluidi di perforazione esausti;
- detriti prodotti dall'esplosione della carica, del volume stimabile in circa 0,1 – 0.7 m<sup>3</sup> per fori della profondità tra i 9 ed i 30 m;
- frammenti dei tubi in PVC e dei cavi utilizzati per l'innesco, proiettati a breve distanza dal punto di scoppio (1 – 2 m);
- materiali residui dell'attività sismica non più riutilizzabili (tubi in PVC, cavi elettrici dei detonatori, involucri ed imballi dell'esplosivo, ecc...).

Tutti i rifiuti prodotti a seguito della realizzazione delle attività in progetto saranno gestiti in conformità alla normativa vigente (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.); le attività di trasporto e recupero/smaltimento saranno svolte da soggetti autorizzati ai sensi della suddetta normativa.

 <b>Eni Med</b> Eni Mediterranea Idrocarburi S.p.A.	Data Gennaio 2017	Doc N° SAGE/SIA/001/2017	Rev.0	Foglio 32 di 36
--	----------------------	-----------------------------	-------	--------------------

### 3.9. MISURE PREVENTIVE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE

Durante lo sviluppo delle varie fasi del rilievo sismico 2D (topografia, perforazione, registrazione e bonifica), sono previste delle misure di mitigazione, sia a livello progettuale, sia in termini di modalità operative, che permettono di minimizzare i impatti potenziali, diretti ed indiretti, sull'ambiente naturale-antropico determinati dalle attività.

Tra le specifiche modalità operative si annoverano le seguenti:

- significativa dispersione spaziale e non contemporaneità temporale dell'attività;
- modesta durata temporale dell'attività, che comunque saranno limitate alle sole ore diurne;
- ridotto rapporto tra mezzi complessivamente circolanti nell'area e mezzi impiegati nella prospezione sismica (indicativamente: fuoristrada, sonde perforatrici ed autobotti);

Tra le specifiche azioni adottate in sede progettuale si ricordano, ad esempio:

- la selezione di modalità di energizzazione idonee alle peculiarità del territorio;
- l'utilizzo di mezzi di trasporto conformi alle normative europee in fatto di emissioni di inquinanti o, in alternativa, forniti di filtri per il particolato;
- il modesto consumo idrico soddisfatto con autobotti;
- l'adozione di opportuni accorgimenti per evitare il contatto diretto dei fluidi di perforazione dei pozzetti di scoppio con gli strati superficiali del suolo;
- il ripristino delle condizioni originarie a fine attività;
- la transitorietà delle emissioni sonore dovute al brillamento delle cariche, indicativamente tempi dell'ordine di un secondo;
- le misure di mitigazione adottate per evitare possibili interferenze significative con il sistema idrico sotterraneo;
- l'esecuzione di prove vibrometriche nella fase di *start up* del progetto, le quali permetteranno di determinare la carica massima di esplosivo (oppure la massima energia emanata dai vibrator) utilizzabile in prossimità di edifici, di elementi di interesse storico, architettonico e archeologico e di manufatti presenti in prossimità delle linee sismiche, evitando quindi il rischio di produrre danni permanenti alle strutture e/o possibili compromissioni della loro funzionalità statica e/o idraulica;
- l'adozione di misure di controllo in prossimità di edifici, centri abitati e strutture storico-archeologiche sensibili, durante la fase di registrazione, per verificare l'assenza di effetti negativi;
- la verifica ed eventuale modifica, in sede di progettazione, della distribuzione spaziale teorica dei punti di scoppio nelle aree di particolare valore ambientale-ecologico;
- l'attuazione dell'"opzione zero", ovvero il salto del punto di scoppio nel caso in cui particolari elementi di criticità ne escludessero la fattibilità tecnica.

 <b>Eni Med</b> Eni Mediterranea Idrocarburi S.p.A.	Data Gennaio 2017	Doc N° SAGE/SIA/001/2017	Rev.0	Foglio 33 di 36
--	----------------------	-----------------------------	-------	--------------------

### 3.10. ANALISI DEI RISCHI E PIANO DI EMERGENZA INTERNO

L'obiettivo principale che EniMed si pone nelle varie fasi di un progetto è la realizzazione di programmi operativi ottimali in termini di eccellenza tecnica ed economica, mantenendo nello stesso tempo un grado di sicurezza molto elevato relativo:

- alla salvaguardia e la salute dei lavoratori e della popolazione;
- alla protezione dell'ambiente;
- alla protezione dei beni della popolazione e della proprietà aziendale.

Gli eventi incidentali statisticamente più probabili inerenti il progetto oggetto di studio sono legati ai rischi associabili all'impiego di macchine operatrici (urti/ribaltamenti) e mezzi di trasporto su strada (incidenti stradali). Si precisa che tutte le attività in progetto sono presidiate in modo costante ed attento e che tutta l'area è sotto la sorveglianza di più operatori, garantendo la tempestività di individuazione di un'eventuale anomalia e il conseguente immediato intervento correttivo.

Al fine di evitare ogni eventuale rischio ambientale e sanitario, EniMed ha definito un Piano Generale di Emergenza che si applica, in caso di emergenza (interna o esterna), anche a tutte le attività svolte nell'area di progetto. Gli obiettivi del Piano Generale di Emergenza sono:

- la tutela dell'incolumità pubblica, della salute e della sicurezza dei lavoratori e delle comunità locali ;
- la salvaguardia e la protezione dell'ambiente;
- i principi e i valori della sostenibilità ambientale;
- la tutela delle proprietà aziendali;
- la definizione di processi, ruoli e responsabilità, disciplinando i flussi informativi e indicando le azioni iniziali da intraprendere in caso di emergenze e crisi;
- il miglioramento continuo della qualità nei processi, servizi e prodotti delle proprie attività e operazioni;
- l'assicurazione della corretta e rapida informazione tramite opportuni canali di comunicazione su situazioni critiche;
- l'attivazione di risorse e mezzi al fine di organizzare efficacemente, in tempi brevi, l'intervento;
- gestire efficacemente l'emergenza attraverso risorse dedicate.

Il Piano Generale di Emergenza EniMed è riesaminato, sperimentato e, se necessario, riveduto ed aggiornato ad intervalli appropriati e comunque non superiore a tre anni, così come previsto dalla normativa vigente.

Il Piano Generale di Emergenza definisce:

- le azioni principali e le competenze delle figure preposte alla gestione delle emergenze,
- classificazione delle emergenze,
- canali di informazione e comunicazione,

 <b>Eni Med</b> Eni Mediterranea Idrocarburi S.p.A.	Data Gennaio 2017	Doc N° SAGE/SIA/001/2017	Rev.0	Foglio 34 di 36
--	----------------------	-----------------------------	-------	--------------------

- organizzazione preposta alla gestione delle emergenze.

Il Piano definisce come “emergenza” qualsiasi fatto anomalo, che altera il normale andamento lavorativo causato da eventi impreveduti e/o accidentali, che rappresenti un pericolo per le persone, per l’ambiente o per i beni aziendali a cui si debba far fronte con risorse, mezzi ed attrezzature dell’installazione e, se necessario, di enti esterni.

Tale Piano è articolato su livelli di emergenza, differenziati in base alla criticità delle situazioni, che a seconda dei casi prevedono un diverso coinvolgimento di eni. L’attivazione del Piano di Emergenza scatta immediatamente dopo la constatazione dell’evento.

Il Piano Generale di Emergenza enimed al fine di assicurare un corretto flusso informativo su eventuali situazioni critiche e la conseguente attivazione delle persone e dei mezzi necessari per organizzare gli interventi appropriati, riducendo al massimo il pericolo per le vite umane, per l’ambiente e per i beni della proprietà, codifica tre diversi livelli di gestione dell’emergenza e lo stato di crisi, definiti in funzione del coinvolgimento del personale interno ed esterno all’installazione (cfr. **Figura 3-19**).

In particolare, i tre livelli codificati sono così identificabili:

- Livello 1: Emergenza gestibile dal personale del sito con i mezzi in dotazione sotto la responsabilità del Datore di Lavoro (ERM). La gestione dell’emergenza è a cura del Referente del Sito, secondo le modalità indicate nel Piano di Emergenza Interno / Ruolo di Emergenza del singolo Sito sotto la responsabilità dell’ERM.
- Livello 2: Emergenza gestibile dal personale del sito e con i mezzi in dotazione al sito, con l’assistenza di Autorità e Amministrazioni pubbliche a livello locale e regionale (es: Vigili del Fuoco, Strutture Sanitarie, ecc...), sotto la responsabilità del Datore di Lavoro (ERM) e con il supporto del Team di emergenza (HOERT) di enimed. L’HQERT della Sede di San Donato è informato.
- Livello 3: Emergenza gestibile dal personale del sito, con i mezzi in dotazione al sito sotto la responsabilità del Datore di Lavoro (ERM), con il supporto dell’HOERT di enimed, dell’HQERT della sede di San Donato e l’assistenza di Autorità e Amministrazioni Pubbliche, e con il supporto di risorse esterne specializzate. Nel caso di emergenza di 3° livello viene normalmente aperta la sala di emergenza della sede di San Donato.

È inoltre, definito il seguente stato:

- Crisi: E’ un evento la cui risoluzione può essere prolungata nel tempo e che ha la potenzialità di determinare gravi ripercussioni sull’integrità dell’azienda, sia a livello nazionale, sia internazionale, nonché compromettere l’immagine e la reputazione di eni sui mercati internazionali. La crisi viene dichiarata dai vertici aziendali che predispongono adeguate strutture (comitato di crisi) per la gestione ad hoc della stessa, individuando le risorse appropriate tra i primi riporti aziendali o figure specialistiche.

La seguente **Figura 3-19** riporta una tabella riepilogativa dei Livelli di emergenza e delle figure enimed coinvolte nella gestione delle emergenze.

## CLASSIFICAZIONE LIVELLI DI EMERGENZA

### I° LIVELLO

Emergenza gestibile a livello di sito dal personale e con mezzi in dotazione al sito, sotto la responsabilità del Datore di Lavoro (ERM/MD).

LA SALA DI EMERGENZA DELLA SEDE DI SAN DONATO NON E' APERTA

GESTIONE  
Referente del sito

**(Coordinatore dell'emergenza)**

### II ° LIVELLO

Emergenza gestita a livello di enimed dal personale del sito, con i mezzi in dotazione al sito, con l'assistenza di risorse esterne (es: Vigili del Fuoco, Strutture Sanitarie, ecc...), sotto la responsabilità del Datore di Lavoro (ERM/MD) e con il supporto dell'HOERT. L'HQERT della Sede di San Donato è informato.

LA SALA DI EMERGENZA DELLA SEDE DI SAN DONATO NON E' APERTA

Responsabile enimed  
**(Emergency Response Manager)**

### III° LIVELLO

Emergenza gestita a livello enimed dal personale del sito, con i mezzi in dotazione al sito sotto la responsabilità del Datore di Lavoro (ERM/MD), con il supporto dell'HOERT di enimed, dell'HQERT della sede di San Donato e con l'assistenza di Autorità e Amministrazioni Pubbliche, e con il supporto di risorse esterne specializzate.

LA SALA DI EMERGENZA DELLA SEDE DI SAN DONATO E' NORMALMENTE APERTA

Responsabile enimed  
**(Emergency Response Manager)**

### CRISI

Evento la cui risoluzione può essere prolungata nel tempo e che ha la potenzialità di determinare gravi ripercussioni sull'integrità dell'azienda, sia a livello nazionale, sia internazionale, nonché compromettere l'immagine e la reputazione di eni sui mercati internazionali.

GESTIONE  
**Comitato di crisi eni**

Figura 3-19 Livelli Emergenze e Figure coinvolte nella gestione dell'Emergenza (Fonte: EniMed)

 <b>Eni Med</b> Eni Mediterranea Idrocarburi S.p.A.	Data Gennaio 2017	Doc N° SAGE/SIA/001/2017	Rev.0	Foglio 36 di 36
--	----------------------	-----------------------------	-------	--------------------

### 3.11. IMPIEGO DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI

Il programma di acquisizione sismica 2D proposto prevede l'adozione di tecnologie e metodi di esercizio e gestione durante tutte le fasi (topografia, perforazione, registrazione e bonifica) in linea con le Migliori tecniche Disponibili (MTD) applicabili alla tipologia di progetto nel rispetto della sicurezza e della tutela dell'ambiente.

Ciò si ottiene mediante il ricorso alle principali compagnie contrattiste di settore che di regola hanno contratti aperti con l'operatore, tramite cui si richiede il massimo della tecnologia a fronte di un ottimo compromesso sul fronte del costo previsto.

L'attività è stata pianificata allo scopo di evitare qualsiasi interferenza o impatto diretto su aree di particolare valenza ecologico-urbanistica.

Come già evidenziato, le peculiari caratteristiche antropico-ambientali dell'area interessata dalle attività di acquisizione sismica, in particolare la presenza sul territorio di numerosi elementi di interesse paesistico storico-architettonico-archeologico e di aree protette ad elevato valore ecologico-ambientale, ha richiesto in sede di progettazione un'attenta pianificazione delle attività di campo adattando la geometria del rilievo ai vincoli antropico-ambientali interessanti il territorio.

Il programma di acquisizione definito è stato scelto tra altre ipotesi di lavoro, in quanto ritenuto tecnicamente ed economicamente il più efficace anche a fronte del rispetto delle tematiche ambientali e di sicurezza.