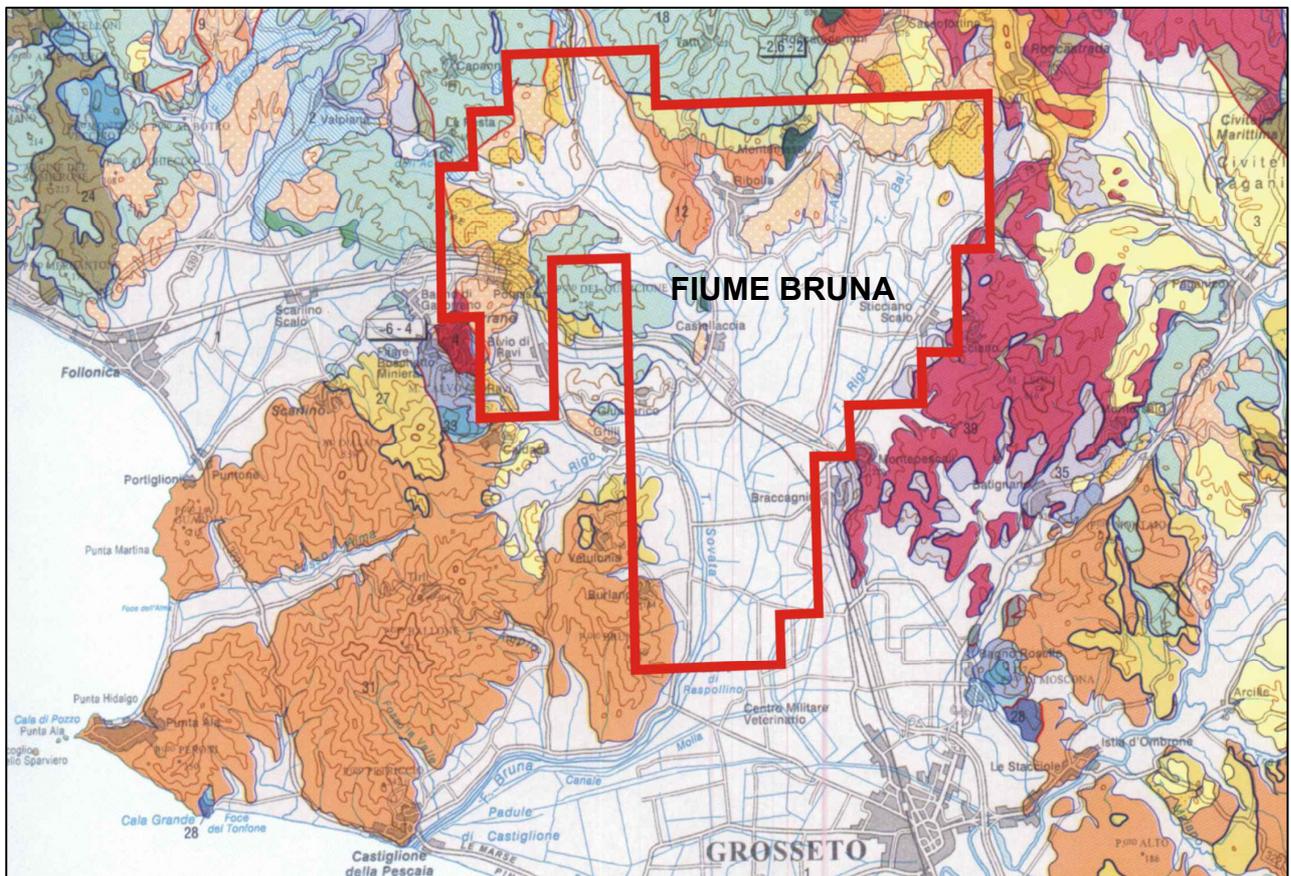


# PERMESSO DI RICERCA “FIUME BRUNA”

## RAPPORTO DI IMPATTO AMBIENTALE



**GENNAIO 2007**

## SOMMARIO

### **1- Descrizione del programma di ricerca**

Sintesi .....	1
1.1 Finalità ed obiettivi .....	4
1.2 Profilo della Società richiedente .....	5
1.3 Aspetti tecnologici del progetto .....	7
1.4 Programma dei lavori .....	10
1.4.1 Cenni sul possibile futuro piano di coltivazione .....	10
1.4.2 Prospezione geofisica .....	11
1.4.2.1 Acquisizione di linee sismiche sperimentali .....	13
1.4.2.2 Acquisizione di dati sismici 2D .....	14
1.4.2.3 Panoramica su opzioni tecniche e fasi operative .....	16
1.4.3 Perforazione .....	17
1.4.3.1 Ciclo della perforazione .....	19
1.4.3.2 Caratteristiche dei sondaggi e tecniche di perforazione ...	20
1.4.4 Prove di produzione .....	23
1.5 Tempi di realizzazione dei lavori in fase esplorativa .....	25
1.6 Valutazione delle alternative progettuali .....	26
1.7 Normativa e quadro legislativo di riferimento .....	27

### **2- Descrizione delle tecnologie di prospezione**

2.1 Sistemi di rilevamento geofisico .....	31
2.1.1 Tipologia della sorgente delle onde elastiche .....	32
2.1.2 Tipologia degli stendimenti dei geofoni ed ubicazioni .....	32
2.1.3 Mezzi utilizzati .....	34
2.1.4 Tecniche di ripristino dei passaggi dei mezzi di trasporto .....	40

<b>3- Descrizione delle operazioni di perforazione</b>	
3.1 Caratteristiche e criteri di progetto delle postazioni di sonda . . . . .	41
3.2 Criteri di inserimento ambientale . . . . .	44
3.3 Temporaneità delle postazioni di sonda e criteri di ripristino ambientale . . . . .	46
3.4 Caratteristiche dell'impianto di perforazione . . . . .	48
3.5 Caratteristiche del fango di perforazione . . . . .	50
3.6 Condizioni di sicurezza durante la perforazione . . . . .	51
3.6.1 Sistema di rivelazione gas . . . . .	51
3.6.2 Livelli limite di concentrazione di gas . . . . .	52
3.6.3 Professionalità richiesta per il personale di sonda . . . . .	52
3.6.4 Protezione antincendio . . . . .	53
3.7 Impatto sulla viabilità esistente e criteri di scelta dei percorsi di accesso ai siti . . . . .	54
3.8 Considerazioni sul carico viario . . . . .	54
3.9 Problematiche d'igiene ed aspetti d'organizzazione del lavoro . . . . .	56
<b>4- Tecniche di tubaggio e protezione delle falde idriche</b>	
4.1 Rischio immissione di fango in falda . . . . .	58
4.2 Rischio immissione di fluido endogeno in falda . . . . .	59
4.3 Tecniche di caratterizzazione dei pozzi ed acqua di strato . . . . .	59
4.4 Completamento dei pozzi . . . . .	61
<b>5- Fabbisogni di materie prime ed energia in fase di perforazione</b>	
5.1 Acqua industriale . . . . .	62
5.2 Energia . . . . .	62
5.3 Bentonite, cemento ed acciaio . . . . .	63

<b>6- Tecniche di prevenzione dei rischi ambientali nella gestione dell'impianto</b>	
6.1 Rifiuti dovuti all'esercizio dell'impianto di perforazione .....	64
6.2 Residui solidi e liquidi del processo di perforazione .....	65
6.3 Emissioni di gas .....	66
6.4 Emissione di rumore .....	68
6.5 Chiusura mineraria dei pozzi .....	71
<b>7- Situazione ambientale</b>	
7.1 Piano paesistico regionale .....	72
7.2 Delimitazione dell'area interessata dalle operazioni .....	73
7.3 Definizione dell'ambito territoriale e descrizione dei sistemi ambientali interessati dal programma .....	75
7.3.1 Utilizzo del suolo, vincoli e zone protette .....	75
7.3.2 Ambiente idrico superficiale .....	77
7.4 Suolo e sottosuolo .....	79
7.4.1 Caratterizzazione geomorfologica .....	79
7.4.2 Stratigrafia .....	82
7.4.3 Struttura .....	83
7.4.4 Caratterizzazione idrogeologica .....	85
7.4.5 Unità litostratigrafiche affioranti .....	86
7.4.6 Bacino lignitifero di Ribolla .....	92
7.5 Vegetazione e fauna .....	95
7.6 Paesaggio .....	100
7.7 Compatibilità del programma lavori con gli ecosistemi ed il paesaggio	102
7.7.1 Acqua estratta durante l'esercizio dei pozzi .....	102
7.7.2 Interazione col paesaggio .....	103
7.7.3 Interazione con l'ecosistema vegetale e animale .....	104
<b>8- Bibliografia di riferimento</b> .....	105

## ALLEGATI

1. Valutazione positiva dell'Istanza da parte del Comitato Tecnico per gli Idrocarburi e la Geotermia, e comunicazione del Ministero delle Attività Produttive alla Regione Toscana
2. Miniera di Ribolla – Sezioni e carta storica dell'area coltivata
3. Carta dell'area interessata dal programma complessivo di perforazione
4. Carta del territorio interessato dalle indagini geofisiche
5. Carta dell'area interessata dalla fase pilota del progetto, con relativi vincoli
6. Carta delle limitazioni e dei vincoli nell'intera area del Permesso di Ricerca
7. Profilo del pozzo esplorativo tipo
8. Carta delle aree di rispetto acustico durante la fase di perforazione
9. Carta dell'uso del suolo
10. Carta geologica del territorio oggetto del progetto
11. Carta riassuntiva di vincoli ed aree di rispetto della zona interessata dalla fase pilota del progetto

## CD

### CD contenente:

- Domanda di verifica
- Rapporto di Impatto Ambientale:
  - o testo e figure
  - o allegati
- Lista di controllo per la verifica della completezza degli elaborati presentati dalla società proponente

## 1. Descrizione del programma di ricerca

### Sintesi

Il Permesso di Ricerca (nel seguito P.R.) denominato "Fiume Bruna" è stato chiesto al Ministero delle Attività Produttive (MAP), attualmente Ministero dello Sviluppo Economico (MSE), in data 31 agosto 2004 dalle Società GA.I.A. srl e Independent Energy Solution srl.

Successivamente, in data 31 gennaio 2006, la Società GA.I.A. srl ha rinunciato alla propria quota della titolarità del Permesso a favore della sola Independent Energy Solution srl.

L'area interessata (267 km<sup>2</sup>) è individuabile dalla spezzata chiusa, in nero, riportata nella mappa in Fig. 1-1.

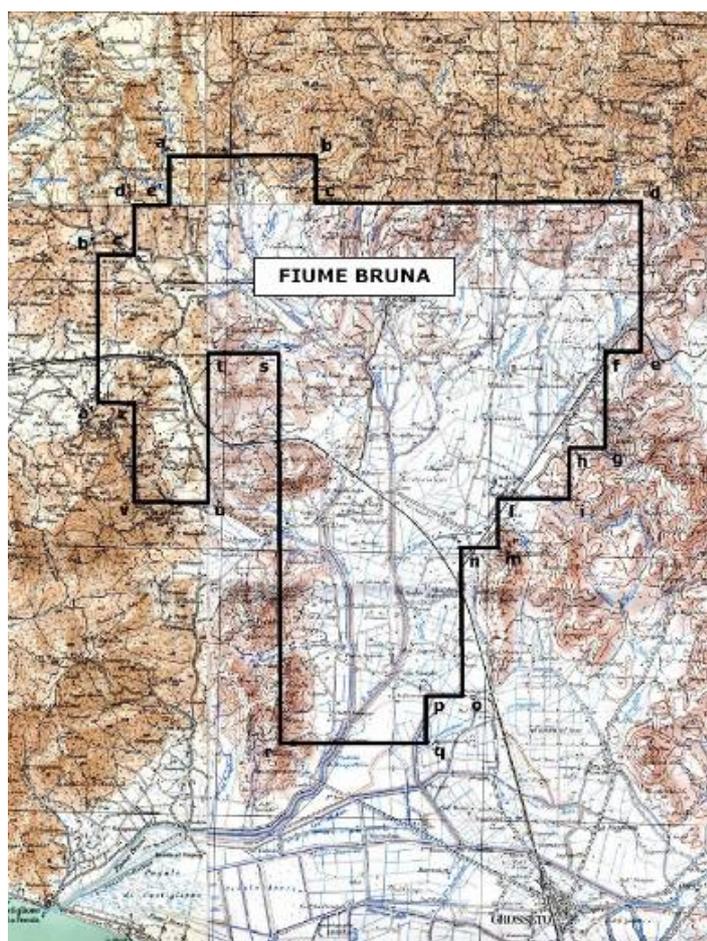


Fig. 1-1 Area del Permesso di Ricerca Fiume Bruna

L'istanza è stata valutata positivamente dal Comitato Tecnico per gli Idrocarburi e la Geotermia, e tale decisione è stata comunicata dal Ministero delle Attività Produttive alla Regione Toscana in data 28 novembre 2005 (Allegato 1).

Il progetto prevede di produrre gas metano dagli strati lignitiferi di età miocenica del bacino del Fiume Bruna e delle pianure adiacenti, conosciuti da tempo essendo stati in minima parte oggetto di coltivazione mineraria nei pressi dell'abitato di Ribolla. Tuttavia si esclude tassativamente qualsiasi interferenza fra il presente progetto e le vecchie gallerie di estrazione mineraria ormai abbandonate.

Il programma prevede una prima indagine mediante perforazione di 5-8 pozzi esplorativi finalizzati alla caratterizzazione della produttività del giacimento, distanti reciprocamente circa 6-700m.

La perforazione dei pozzi avverrà con impianti di modesta potenzialità, stante la profondità relativamente modesta degli strati di carbone nell'intero bacino.

A fine perforazione, la cui durata è dell'ordine di un mese per ciascun sondaggio, i pozzi saranno messi in produzione mediante le tecniche descritte in seguito. Durante questa fase, che avrà una durata di alcuni mesi, parte delle opere di superficie che erano state necessarie per accogliere l'impianto di perforazione saranno oggetto di ripristino ambientale. Solo parte di queste opere verrà mantenuta durante la fase di esercizio della produzione.

Una volta valutata la capacità produttiva -e conseguentemente l'economicità del progetto- si potrà procedere alla formulazione di un programma di coltivazione esteso a buona parte della superficie del Permesso di Ricerca Fiume Bruna. Anche in questa seconda eventuale fase si prevede un programma dei lavori analogo per densità di perforazione e tipologia di pozzi a quello adottato nella fase pilota di cui sopra.

In termini strategici è importante porre in luce anche ulteriori aspetti di grande valore ambientale, relativi alla fase finale di sfruttamento del giacimento.

Il metano estratto da strati di carbone, detto Coal Bed Methane (CBM), avrà una produzione caratterizzata da portate decrescenti nel tempo. Tuttavia, al fine di mantenere le condizioni produttive del campo entro limiti di convenienza economica anche nella fase finale di sfruttamento, ovvero dopo 10-15 anni dall'inizio della produzione, si studierà la possibilità di iniettare anidride carbonica nei letti di carbone progressivamente privati del loro originario contenuto di metano.

Se il carbone con metano adsorbito entra in contatto con la CO<sub>2</sub>, questa spiazzata il metano e si fissa in maniera irreversibile nei micropori del carbone. Tale processo di piazzamento, detto Enhanced Coal Bed Methane (ECBM), permette di velocizzare l'estrazione del metano residuo anche quando la sua portata tenderebbe a ridursi a valori di interesse economico scarso o nullo.

Si configura dunque una possibile importante estensione del progetto di utilizzazione del carbone "in situ", potendo il carbone stesso diventare sede di stoccaggio geologico definitivo della CO<sub>2</sub> proveniente da impianti industriali, con evidenti benefici dovuti al corrispondente abbattimento delle emissioni nell'atmosfera di un gas considerato fra i maggiori responsabili dell'"effetto serra".

Il grande valore ambientale connesso a questa opportunità è rafforzato dal fatto che la CO<sub>2</sub> iniettata nel carbone non formerebbe una sacca in pressione, in quanto tale gas verrebbe semplicemente adsorbito e fissato dal carbone stesso in maniera geologicamente irreversibile.

## 1.1 Finalità ed obiettivi

Lo scopo del Permesso è quello di realizzare un articolato programma di lavori (valore 2-3 milioni di euro), finalizzato all'acquisizione di dati che confermino l'esistenza di gas metano in quantità industrialmente sfruttabili (5-10mila m<sup>3</sup>/giorno per pozzo) ospitati negli strati di carbone (lignite picea), riferibili alla parte più profonda del bacino neogenico e presenti nel sottosuolo della pianura attraversata dal fiume Bruna, sita nel comune di Roccastrada (provincia di Grosseto).

Infatti presso la locale miniera di Ribolla gli strati di carbone erano stati oggetto di coltivazione per decenni e la



non trascurabile presenza del metano in tale giacimento era ben nota.

Proprio la presenza di gas nel carbone, costituito circa al 95% da metano ed altri idrocarburi, aveva dato luogo a numerosi incidenti strettamente legati alle modalità di coltivazione dell'epoca, di cui uno particolarmente grave avvenuto nel maggio del 1954. A seguito di questa sciagura l'attività fu ben presto interrotta e la miniera completamente abbandonata.

Le moderne tecniche industriali di estrazione del gas dal carbone, il cosiddetto Coal Bed Methane (CBM), sono state messe a punto negli ultimi decenni, e ad oggi sono disponibili varie esperienze di successo prevalentemente in USA e in Canada. Tali tecniche, descritte in maggior dettaglio nei paragrafi successivi, prevedono di estrarre il gas attraverso dei comuni pozzi dotati di un idoneo completamento.

Il metano si trova adsorbito a livello microscopico nella matrice del carbone, e viene ivi trattenuto dalla pressione dell'acqua di strato. Per la produzione del gas vengono trivellati dei pozzi fino al carbone, l'acqua viene estratta mediante pompe sommerse, ed il gas viene estratto a pressione atmosferica, compresso fino a 4-5 atmosfere ed immesso nei gasdotti locali che lo convogliano ai mercati di utilizzazione.

Per maggiori dettagli concernenti queste tecniche si rimanda all'"Istanza di Permesso di Ricerca" e relativi allegati.

## 1.2 Profilo della Società richiedente

Independent Energy Solutions srl (IES) possiede le necessarie conoscenze tecniche e la robustezza finanziaria per affrontare lo sfruttamento di giacimenti di Coal Bed Methane.

Infatti essa vanta, attraverso i suoi fondatori ed attuali direttori, una pluriennale e solida esperienza acquisita nella realizzazione di numerosi progetti nel settore petrolifero, trattandone con successo sia gli aspetti tecnici che quelli finanziari e commerciali. Per garantire un approccio ottimale alle particolari problematiche poste dal progetto in oggetto, IES srl ha ingaggiato una società nord-americana, che ha una solidissima esperienza nel settore CBM, con un rapporto di consulenza tecnica.

Il modello di sviluppo della Independent Energy Solutions srl è altamente integrato e caratterizzato da un approccio innovativo ai problemi energetici. Attualmente il massimo impegno societario in territorio italiano è rappresentato da un progetto di grandi dimensioni per lo stoccaggio sotterraneo di gas metano, mentre vengono contemporaneamente perseguiti programmi di ricerca e sviluppo di giacimenti petroliferi in Nord Africa ed in Italia.

Oltre allo sviluppo del presente portafoglio di progetti, la Independent Energy Solutions srl cerca di assicurarsi riserve addizionali di gas ed olio nel bacino del Mediterraneo come pure in altre zone dell'Europa occidentale, in linea con la propria strategia di marketing garantita dalle risorse societarie già consolidate.

Il management della Independent Energy Solutions srl crede fermamente nella capacità di integrazione e nel vantaggio strategico rappresentato dalla combinazione di questi progetti di stoccaggio, esplorazione e produzione, per la costruzione di un'impresa solida e duratura, che produce profitti, crea valore e occupazione a livello locale, a fronte di rischi relativamente limitati.

La società è controllata al 100% dalla Independent Resources plc, società di diritto britannico, che dal dicembre del 2005 è quotata presso l'A.I.M. (Alternative Investment Market) del London Stock Market.

Il punto di contatto per qualsiasi richiesta di ulteriori informazioni concernenti la società proponente e per il progetto in oggetto è il seguente:

Dott. Roberto Bencini

Independent Energy Solutions srl, Vice Presidente

Viale Liegi, 10

00198 Roma

Tel. : 06-45490720

Fax :06-45490721

Cell: 330-207443

e-mail: [rbencini@ir-plc.com](mailto:rbencini@ir-plc.com)

Internet: [www.ir-plc.com](http://www.ir-plc.com)

### 1.3 Aspetti tecnologici del progetto

Il progetto esaminato nel presente R.I.A. si propone di applicare una tecnica di coltivazione del gas metano a bassa pressione da strati carboniosi, in zone nelle quali è conosciuta la presenza di banchi di carbone o di lignite, ricchi di gas, con spessori maggiori di 3-4 metri, che si estendano fino ad un migliaio di metri di profondità. Tali condizioni si realizzano appunto nell'area in oggetto, dove la lignite picea è stata estratta industrialmente per molti decenni nei dintorni di Ribolla e di altre località del bacino del Fiume Bruna.

La tecnologia necessaria per una produzione diretta di metano da banchi di carbone, il cosiddetto Coal Bed Methane (CBM), è stata sviluppata con successo negli Stati Uniti, dove circa il 9% della produzione nazionale di metano proviene oggi dal carbone. Tuttavia altri 15 paesi, con in testa il Canada, stanno seguendo con successo questa via.

Il programma dei lavori ha lo scopo di permettere la raccolta dei dati necessari per avere conferma della presenza in quantità industrialmente sfruttabili di gas metano. In particolare, si intende valutare la concentrazione di gas nella massa di carbone (metri cubi di gas per tonnellata di carbone), la produttività del gas dal carbone, e l'estensione e profondità dello strato di carbone nell'area del Permesso di Ricerca.

Come già detto, la presenza del gas nel carbone è certa, ma l'area coltivata con la miniera di Ribolla è soltanto una piccola parte di quella totale, da ciò l'interesse a conoscerne la reale estensione lontano dalla zona della coltivazione mineraria.

Una maggiore estensione dell'area interessata dalla presenza di carbone, rispetto a quella effettivamente sfruttata, era stata in una certa misura confermata già dai sondaggi esplorativi realizzati al tempo della coltivazione mineraria. I dati che confermano tale circostanza sono disponibili tuttora presso l'archivio degli uffici dell'ex-Distretto Minerario di Grosseto, ora denominata Area Energia e Miniere della Regione Toscana.

Queste informazioni, ancorché d'interesse storico, assumono nell'ambito di questo progetto un notevole interesse industriale. Pertanto si è ritenuto opportuno ed utile includerne una sintesi nel presente documento (Allegato 2).

La robustezza di questo programma di lavoro è rappresentata dai seguenti punti di forza:

- Fondatezza del tema minerario di ricerca, suffragata dalla certezza dell'esistenza del carbone (lignite picea).
- Forte impatto economico locale e regionale, data la prossimità di agglomerati urbani (città di Grosseto e Castiglione della Pescaia), nonché di attività produttive e turistiche

- Vicinanza delle necessarie infrastrutture per la distribuzione del gas prodotto. La Fig. 1.3-1 mostra infatti la posizione approssimativa (in giallo) del P.R. Fiume Bruna, in relazione al gasdotto ad alta pressione (75 bar) della Rete Nazionale (in rosso), cioè un tratto del gasdotto TransMed, e la rete regionale di distribuzione del gas a media pressione (40 bar) segnata in azzurro chiaro. Il territorio viene rifornito di gas dalle stazioni principali di Terranova Bracciolini e di Cetona.



Fig. 1.3-1: Rete distribuzione del gas

- Agevole accessibilità dell'intero territorio del P.R., servito da un denso reticolo di strade che rende ogni sito potenzialmente raggiungibile anche con mezzi pesanti quindi con impatto ambientale trascurabile. Inoltre la maggior parte delle zone di interesse per il progetto si trovano in zone pianeggianti, mentre le zone collinari circostanti la pianura sono considerate di scarso interesse per questo specifico progetto CBM.

- Novità dell'approccio industriale, uno dei primi esempi in Italia di progetto "Coal Bed Methane", che prevede anche l'applicazione di nuove ma comprovate tecnologie di coltivazione del giacimento.
- Supporto tecnico specialistico di altissimo livello, fornito da Questa Engineering Corporation, che ha una lunga ed eccellente esperienza nell'analisi e lo sfruttamento di giacimenti di CBM. A partire dal 1981, Questa ha trattato oltre 200 progetti sparsi in tutto il mondo, pubblicando una quantità di materiale riguardante prove, simulazioni di comportamento, valutazioni e stima di riserve di CBM.
- Modalità di svolgimento dei lavori, che prevedono l'intervento delle società fornitrici di beni e servizi più qualificate per l'esecuzione dei singoli lavori specialistici, anche dal punto di vista della sicurezza e della salvaguardia ambientale.
- Assoluta compatibilità ambientale: infatti le operazioni di prospezione e di perforazione sono comunque di durata molto limitata nel tempo, e la loro collocazione è funzionale alle esigenze del territorio, non sussistendo vincoli particolarmente stringenti dal punto di vista geologico. Inoltre la superficie occupata durante la perforazione avrà un'estensione moderata, fino a ridursi a circa 6m x 10m una volta che il pozzo è stato costruito, Tale area è del tutto simile a quella occupata dai pozzi per acqua potabile di cui due tipici esempi sono riportati nelle Figure 1.3-2 e 1.3-3 .



**Fig. 1.3-2 e -3: Esempi tipici di pozzi**

## 1.4 Programma dei lavori

### 1.4.1 Cenni sul possibile futuro piano di coltivazione

Si ritiene opportuno precisare che il programma dei lavori da eseguire nel P.R. è interamente finalizzato a valutare la fattibilità di un successivo eventuale progetto di coltivazione, che pertanto esula dal presente RIA. Tuttavia, al fine di fornire un quadro il più completo possibile si accenna a quello che potrebbe essere un ipotetico progetto di coltivazione, almeno nelle sue linee essenziali.

La preparazione del piano di sviluppo e coltivazione del giacimento, necessario per la presentazione dell'istanza di Concessione di Coltivazione, terrà conto di tutti i dati raccolti, di tutte le esigenze di sicurezza e di quelle ambientali.

Allo stato attuale delle conoscenze si ipotizza un'estensione della lignite picea (con spessore netto di circa 6 metri e profondità maggiore di 300 metri) su un'area di circa 100 km<sup>2</sup>. (Vedi Allegato 3).

Si presume che quest'area sia tutta coltivabile e suddivisa in due zone separate, entrambe situate all'interno del territorio oggetto dell'istanza. Alla luce delle attuali conoscenze, si calcola che l'eventuale coltivazione richieda una densità di perforazione di circa un pozzo ogni 40-60 ettari.

Se tutti i dati circa la presenza e la consistenza e la producibilità del CBM venissero confermati, si potrebbero estrarre in totale circa 2,4 miliardi di metri cubi di gas nell'arco di vita del progetto.

Tra le eventuali ricadute positive del progetto, si segnala la possibilità che esso giochi un ruolo di fattivo supporto alle attività produttive che si svilupperanno nell'ambito di una nuova zona industriale ipotizzabile a sud dell'area del cluster di pozzi esplorativi, nei pressi dell'abitato di Braccagni, fornendo sia gas naturale che –potenzialmente– energia elettrica.

In una prospettiva temporale più ampia si contempla la possibilità di estendere l'utilizzazione del carbone anche quando ci si avvicinerà all'esaurimento del metano in esso contenuto. Impiegando gli stessi pozzi già esistenti è possibile iniettare nel

carbone volumi considerevoli di anidride carbonica proveniente da impianti industriali. La CO<sub>2</sub> ha la capacità di spiazzare con grande efficacia il metano residuo, nella misura di due molecole di CO<sub>2</sub> al posto di una di metano. Giova sottolineare che nel corso di questo processo la CO<sub>2</sub> rimane "sequestrata" in maniera pressoché completa e comunque irreversibile all'interno del carbone, senza pertanto creare sacche secondarie di gas in pressione.

La sperimentazione di tale tecnica detta ECBM è avvenuta in USA e Canada, in maniera analoga a quanto avvenuto al giacimento petrolifero di Weyburn anche con la partecipazione di ricercatori italiani facenti capo all'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Sulla base dei promettenti risultati di questo progetto pilota sono stati già avviati importanti progetti a livello industriale.

#### 1.4.2 Prospezione geofisica

Durante la fase di lavoro che ha preceduto la presentazione dell'Istanza di Permesso di Ricerca sono state eseguite ricerche di dati geologici, geofisici e di sondaggio presso tutte le principali fonti archivistiche, e relative alle perforazioni per ricerca d'acqua ed ai numerosi sondaggi minerari che hanno interessato nei decenni scorsi la parte settentrionale dell'area allo studio. Tali dati saranno integrati con le moderne conoscenze stratigrafiche della geologia di superficie.

E' stato accertato che non esistono in zona perforazioni profonde per ricerca geotermica o di idrocarburi.

Si riscontra inoltre la totale assenza in zona di dati sismici recenti (a parte la linea sismica denominata "CROP 3 Punta Ala - Gabicce" (Fig. 1.4.2-1), acquisita attorno alla metà degli anni '90 come parte del "Progetto Crosta Profonda" finanziato da CNR, AGIP ed ENEL), che interseca l'area del Permesso di Ricerca, e la cui parte più superficiale interessa le formazioni obiettivo del presente progetto.

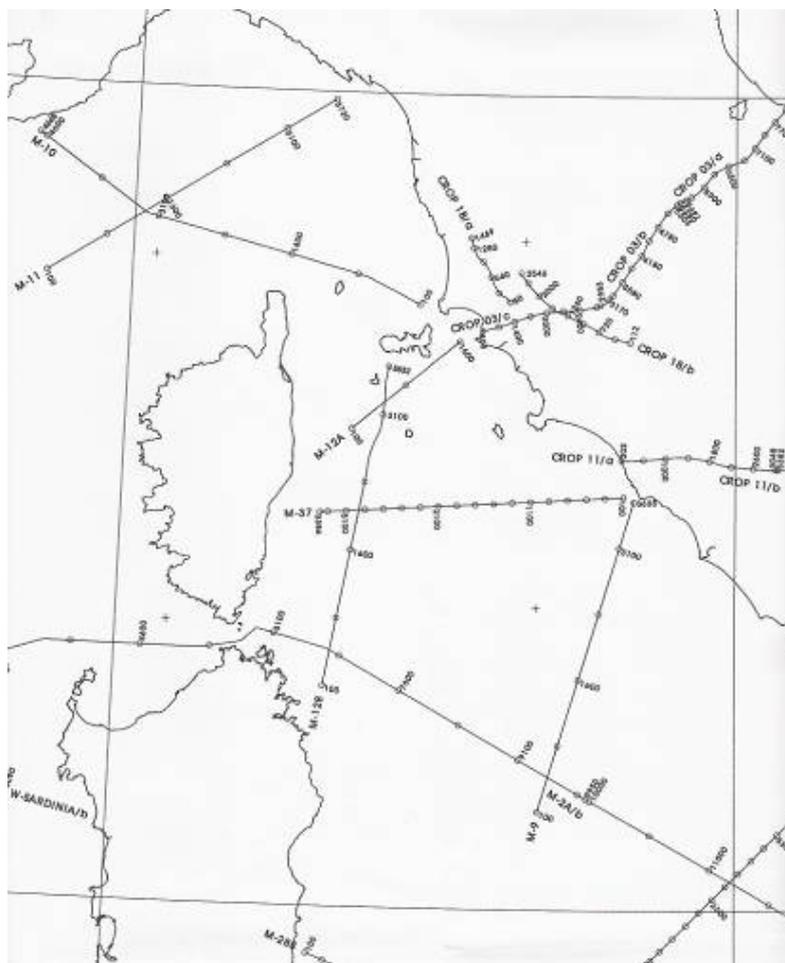


Fig. 1.4.2-1 Inquadramento geografico della linea sismica CROP 3

Vista la messe di informazioni già acquisita, si è ritenuto di poter soprassedere dall'esecuzione di rilevamenti geologici di campagna, e di passare direttamente alle operazioni di prospezione sismica.

Grazie alla scarsa profondità degli obiettivi minerali, la natura favorevole del terreno e la mancanza di complicazioni stratigrafiche nella copertura sedimentaria del giacimento carbonifero, si prevedono metodologie e parametri di acquisizione che permetteranno un impatto ambientale assai minore di quello -già di per sè leggero- delle linee sismiche tradizionali.

### 1.4.2.1 Acquisizione di linee sismiche sperimentali

La fase preliminare e sperimentale di prospezione consiste nell'acquisizione di due linee sismiche con estensione complessiva di circa 7,5 km (Figura 1.4.2-2), ubicate lungo due allineamenti intersecatisi fra loro, con direzione rispettivamente ovest/est e nord-ovest/sud-est.

Serviranno per determinare i parametri ottimali da adottare nel corso della successiva campagna sismica a riflessione nel bacino del Fiume Bruna e nella pianura limitrofa. In particolare forniranno indicazioni per la scelta della più appropriata sorgente di energia e per la determinazione della distanza fra i punti di scoppio.

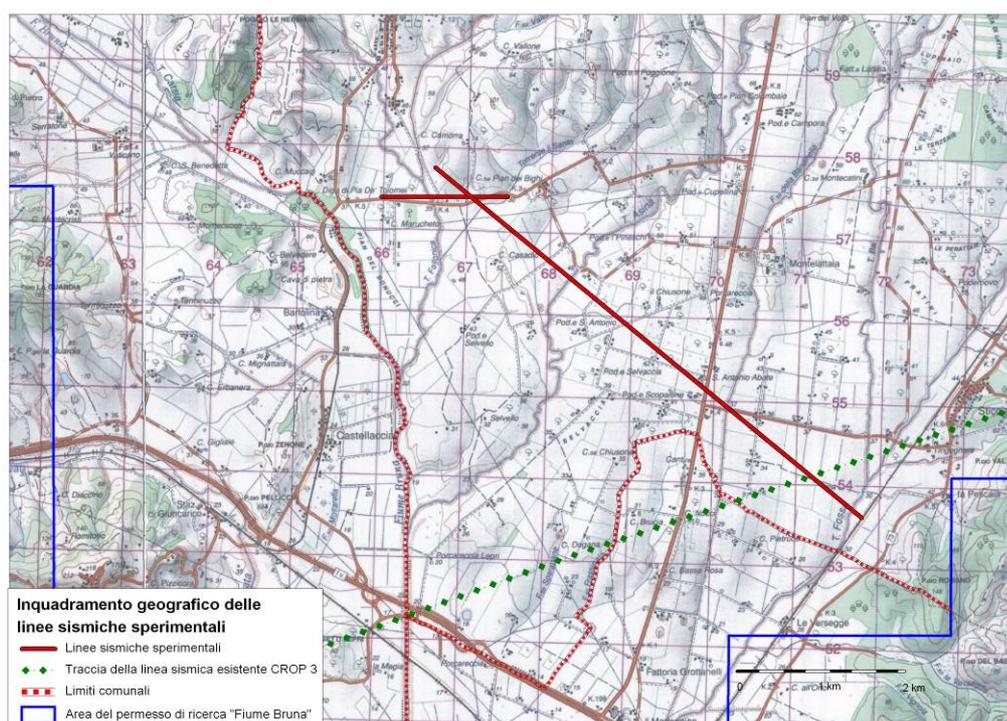


Fig. 1.4.2-2 Posizione delle linee sismiche sperimentali

Esse passeranno per alcuni sondaggi eseguiti nel passato per il riconoscimento dei banchi di carbone, effettuati nell'ambito della coltivazione mineraria dell'area di Ribolla. In particolare le due linee si incroceranno in corrispondenza del sondaggio 11

ed in prossimità di un sondaggio geognostico perforato nel periodo settembre-ottobre 2006. Le informazioni geologiche relative ai vecchi sondaggi forniranno una preziosissima serie di punti di calibrazione per i dati acquisiti mediante la sismica.

Inoltre con una prima linea sismica si inizierà a connettere il nuovo reticolo di prospezione con la già citata linea sismica denominata "CROP 3 Punta Ala - Gabicce", che interseca l'area del RIA e la cui parte più superficiale interessa le formazioni obiettivo del presente progetto.

In questa maniera sarà possibile tarare le risultanze del nuovo rilevamento sismico con i dati geofisici e stratigrafici di archivio.

#### 1.4.2.2 Acquisizione di dati sismici 2D

Come sopra indicato, in base ai risultati ottenuti dalle due linee sismiche sperimentali, saranno decisi i parametri di acquisizione della sismica 2D. Sarà posta la massima attenzione nel trattamento e nell'interpretazione dei nuovi dati, allo scopo di mettere in evidenza il possibile andamento e profondità del giacimento lignitifero.

Come evidenziato in Figura 1.4.2-3 e nell'Allegato 4, è stato previsto un conveniente reticolo di linee sismiche. Esse sono ubicate ed orientate in modo da massimizzare l'attendibilità del modello geologico tridimensionale del complesso di strati lignitiferi miocenici, che verrà elaborato dai tecnici dalla società con l'ausilio tecnologie informatiche.

Una particolare attenzione verrà posta nel mettere in evidenza la segmentazione tettonica della roccia, che gioca un ruolo fondamentale nell'estensione dell'area di drenaggio dei futuri pozzi.

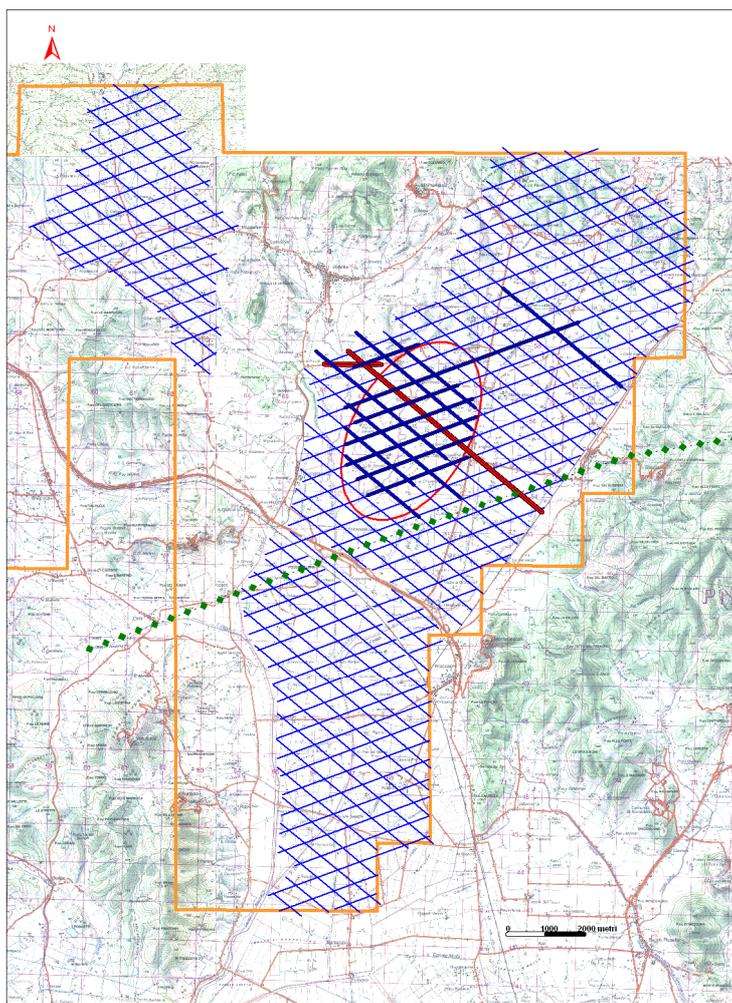


Fig. 1.4.2-3 Linee sismiche 2D

L'orientazione delle linee è stata scelta tenendo conto della giacitura prevalente degli strati, come viene interpretata sulla base delle conoscenze attualmente a disposizione.

Il programma di acquisizione dati si articola in due fasi.

La prima fase (linee in colore blu più marcato in Fig. 1.4.2-3) è principalmente finalizzata alla caratterizzazione dell'area racchiusa nell'ellisse concettuale, entro la quale saranno ubicati i primi pozzi: uno dedicato alla produzione di gas, e da quattro a sette pozzi satelliti per il drenaggio dell'acqua di formazione.

La seconda e più vasta serie di linee sismiche (linee in colore blu meno marcato in Fig. 1.4.2-3) è stata prevista al fine di delineare l'intera area entro la quale verranno perforati i pozzi per la coltivazione del progetto CBM.

#### 1.4.2.3 Panoramica su opzioni tecniche e fasi operative

L'attività sul campo si diversificherà in funzione della sorgente superficiale che si decide di utilizzare, che per questa specifica prospezione verrà comunque scelta fra una delle seguenti:

- massa battente
- massa battente idraulica (Hydrapulse)
- Vibroseis

L'esecuzione materiale del rilevamento sismico sarà affidato dalla Independent Energy Solution srl ad una società contrattista con provate capacità tecniche e responsabile del lavoro da svolgere in osservanza alle norme di sicurezza minerario-ambientali in vigore.

Le diverse fasi operative possono così schematizzarsi, seguendo una determinata logica temporale:

- a. rilevamento topografico per l'ubicazione delle linee sismiche da registrare
- b. distesa dei geofoni
- c. vibrazione
- d. rilevamento e registrazione dei segnali tramite software

Gli strumenti di rilevamento utilizzati, analoghi per i diversi tipi di prospezione geofisica, risultano essere:

- stendimenti di geofoni
- strumentazione di superficie per la registrazione delle onde riflesse dagli strati nel sottosuolo

Il particolare rilevamento geofisico che si vuole realizzare in quest'ambito è quello 2D.

L'immagine sismica in 2D fornisce informazioni stratigrafiche e strutturali, registrate lungo una linea, mostrando una cross-section del sottosuolo.

Dopo che i dati sismici sono registrati e processati, si utilizzerà il software di interpretazione (Kingdom Suite 2D Pack, della ditta Seismic Micro-Technology) per ricostruire la geometria tridimensionale del sottosuolo su di una comune workstation.

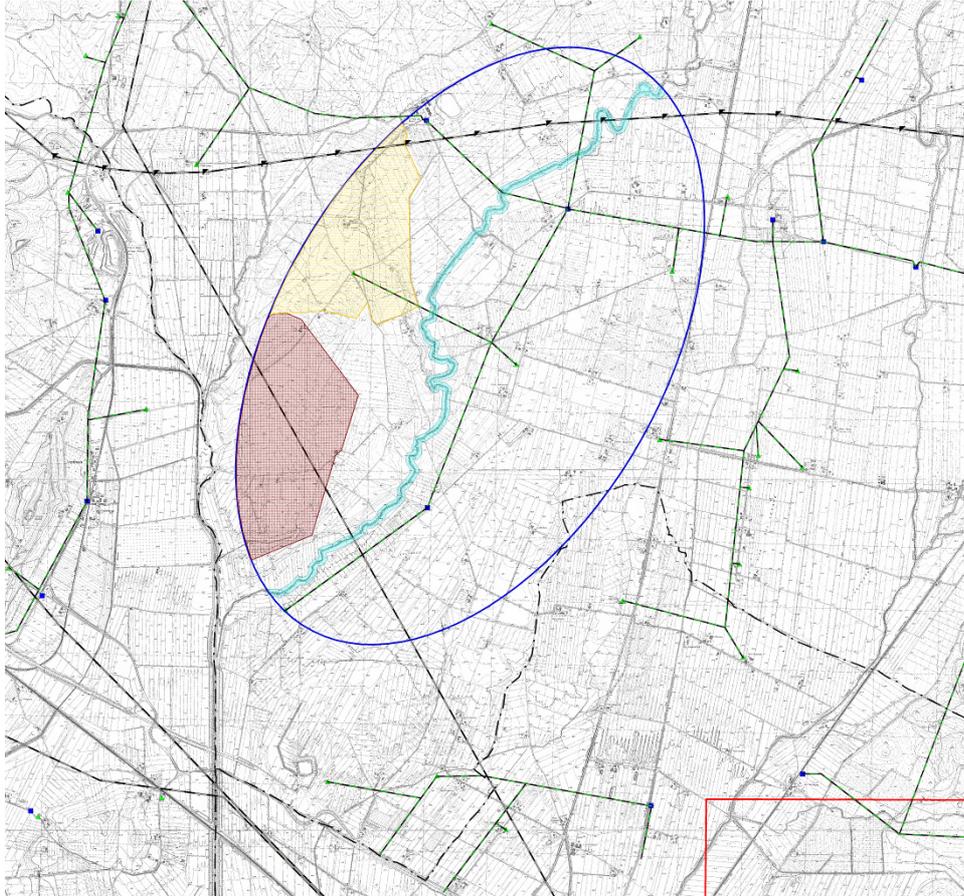
### 1.4.3 Perforazione

Dopo il completamento della fase di prospezione sismica si prevede di perforare un pozzo esplorativo, al quale far seguire un numero massimo di sette pozzi di drenaggio.

Benché la configurazione ideale richieda la realizzazione di quattro pozzi ubicati attorno al primo ad una distanza costante da esso, in una disposizione detta "five-spot pattern", in pratica il numero effettivo di sondaggi e la loro esatta ubicazione saranno stabiliti in funzione dei dati raccolti durante il prosieguo della perforazione.

Pertanto è stata preventivamente individuata, all'interno di una zona ritenuta particolarmente interessante ai fini della raccolta d'informazioni per lo sviluppo futuro del progetto CBM, la possibile posizione di due gruppi di pozzi. Su questa base verrà operata la scelta definitiva dei siti ove ubicare i pozzi in questione (Fig. 1.4.3-1).

In ogni caso si è tenuto debito conto del Piano Strutturale valido nel Comune di Roccastrada, ed è stata rispettata l'appartenenza di ciascuna delle rispettive aree ad un'unica destinazione d'uso, evitando inoltre di comprendere aree di particolare pregio o soggette a vincoli urbanistici e/o ambientali particolari (vedi par. 7.3.1).



**Fig. 1.4.3-1 Territorio prescelto per la fase pilota, con evidenziati i vincoli storico-ambientali e linee ENEL a media ed alta tensione**

L'area interessata dalla fase pilota del progetto è illustrata con maggiore dettaglio nell'Allegato 5. I vincoli relativi all'intera area del Permesso di Ricerca sono rappresentati nell'Allegato 6.

Tali pozzi hanno gli scopi seguenti:

- a. accertare la presenza dello strato di carbone nelle aree del Permesso di Ricerca, precedentemente individuate attraverso le prospezioni sismiche e le indagini di archivio
- b. accertare la presenza di metano negli strati lignitiferi
- c. prelevare mediante carotaggio campioni indisturbati di lignite per lo studio quantitativo della potenzialità produttiva di gas

- d. analizzare campioni dell'acqua presente negli strati di carbone e adiacenti
- e. valutare a quali condizioni si può realizzare il drenaggio dello strato di carbone
- f. raccogliere dati per progettare la perforazione dei singoli pozzi di coltivazione (inclinazione e direzione dei pozzi da perforare, la loro distribuzione nell'area, ecc.)
- g. accertare le condizioni termodinamiche e geochimiche del gas presente negli strati
- h. delineare con precisione l'estensione del campo
- i. verificare nel dettaglio la stratigrafia delle formazioni geologiche attraversate dai pozzi.

Il primo pozzo sarà perforato fino a raggiungere la base della formazione lignitifera miocenica, dunque fino alla profondità di 800 metri circa.

#### 1.4.3.1 Ciclo della perforazione

In sintesi il processo di perforazione prevede le seguenti azioni:

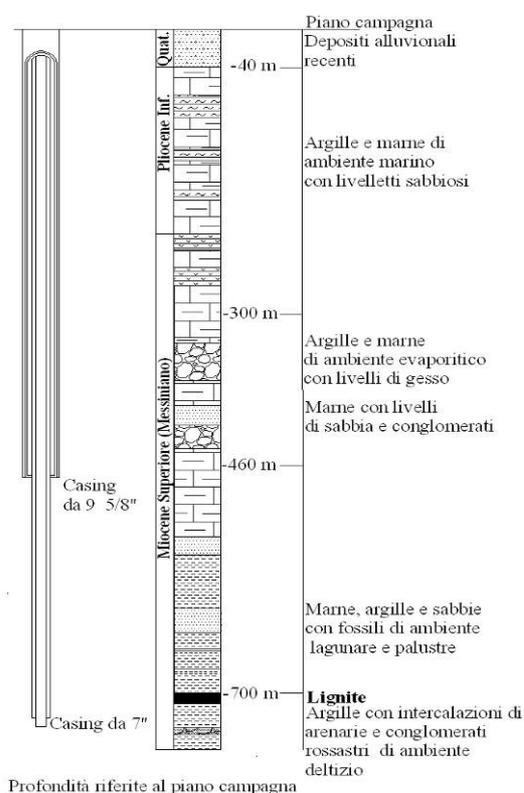
- a. determinazione della profondità di perforazione
- b. determinazione del programma e del profilo di sondaggio
- c. scelta del sito (postazione di sonda)
- d. preparazione della postazione di sonda
- e. montaggio impianto e perforazione del sondaggio
- f. verifica delle capacità produttive del pozzo, della quantità di acqua associata alla produzione di gas e delle sue caratteristiche chimiche
- g. smontaggio impianto
- h. ripristino territoriale parziale o eventualmente totale dell'area della postazione di sonda.

### 1.4.3.2 Caratteristiche dei sondaggi e tecniche di perforazione

Nella figura 1.4.3-2 (vedi anche Allegato 7) è rappresentato il profilo tecnico/stratigrafico relativo al pozzo esplorativo tipo.

Il profilo di tubaggio è stato definito sulla base dei criteri normalmente adottati nella perforazione e riassunti come segue.

Il diametro delle tubazioni è stato scelto in funzione del diametro minimo con cui si vuole attraversare lo strato di carbone, e di conseguenza è stato definito il diametro dello scalpello con cui iniziare la perforazione dei terreni superficiali.



Profondità riferite al piano campagna

Fig. 1.4.3-2 Profilo del pozzo esplorativo tipo

La trivellazione è realizzata mediante uno scalpello supportato da una batteria di elementi tubolari (aste) di caratteristiche adeguate. Il sistema è messo in rotazione dall'impianto attraverso la cosiddetta tavola rotary o un dispositivo simile.

I detriti di roccia prodotti dallo scalpello vengono sollevati fino a giorno per mezzo di circolazione di fango o acqua. Il fango prevede varie possibili formulazioni, nel caso dei pozzi nel P.R. Fiume Bruna verrà utilizzato il fango nella sua composizione più semplice, ovvero preparato con acqua di fiume o di acquedotto e bentonite.

Man mano che la perforazione procede si pone la necessità di isolare le formazioni che risultano scoperte, per dare stabilità al foro costruito fino a quel momento. A tale scopo nel foro viene collocata una tubazione (casing) come schematicamente rappresentato in fig 1.4.3-2.

Un efficace collegamento tra formazione geologica e tubazione è realizzato mediante riempimento dell'intercapedine con malta di cemento di adeguate caratteristiche tecniche. La tubazione in acciaio così cementata permette il completo isolamento delle formazioni attraversate nel corso della perforazione, e di collegare in maniera diretta il fondo pozzo con la superficie.

Una volta cementata la prima tubazione sulla stessa viene installata una testa pozzo, un esempio della quale è mostrato in Fig. 1.4.3.-3.

Essa è l'elemento principale per garantire la sicurezza durante la perforazione. La testa pozzo è costituita da una valvola (cosiddetta "valvola maestra", anche se non sempre viene installata nelle prime fasi della perforazione), un dispositivo chiamato Blow Out Preventer (BOP), una o più valvole laterali, collocate al di sotto del BOP, e da altri componenti tubolari che collegano il pozzo all'impianto di preparazione e trattamento del fango.

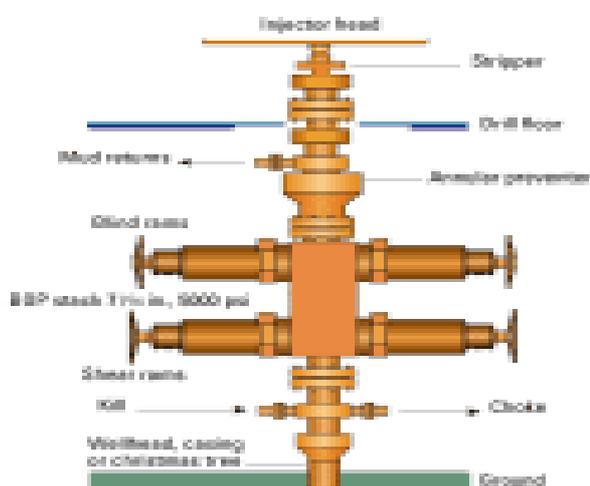


Fig. 1.4.3-3 Testa pozzo

Il BOP è essenzialmente una valvola a comando idraulico, azionabile a distanza, che permette di chiudere il pozzo anche in presenza delle aste di perforazione.

Il BOP è quindi un dispositivo di sicurezza la cui utilizzazione è prevista quando si incontrino formazioni mineralizzate a gas o altro fluido di strato ad alta pressione. Infatti il fluido, a seconda delle condizioni idrauliche del pozzo, può migrare dalla formazione penetrata durante la perforazione verso l'interno del pozzo stesso dando luogo al rischio di eruzioni. Il BOP permette di chiudere rapidamente il pozzo in qualsiasi condizione di lavoro e impedire l'eruzione.

E' opportuno precisare che nel caso del P.R. Fiume Bruna non si prevede il verificarsi di tali condizioni.

Il gas contenuto negli strati di carbone si trova a pressione pari o inferiore a quella idrostatica corrispondente per profondità, come hanno dimostrato le attività di coltivazione della miniera.

Pertanto le precauzioni di sicurezza in questione, che verranno sicuramente adottate in ogni caso, costituiscono elementi di ridondanza.

#### 1.4.4 Prove di produzione

Le prove di produzione inizieranno alla fine della perforazione e del logging del pozzo. Dopo il test iniziale della durata di qualche giorno, è necessario verificare il comportamento dei pozzi in tempi più lunghi, dell'ordine di diversi mesi.

Questa operazione viene realizzata senza impianto, ma pur sempre dopo aver terminato l'operazione di completamento del pozzo con colonna di tubi e pompa di profondità, come descritto più oltre.

Se lo spessore della lignite picea nel pozzo è sufficiente, il pozzo sarà completato in modo da poter procedere con il pompaggio dell'acqua che normalmente satura le microfratture del carbone, e proseguire con l'estrazione del gas metano.

Il pompaggio dell'acqua sarà realizzato con normali pompe sommerse del tipo usato anche nei pozzi per acqua, o equivalenti.

All'inizio sarà provata la permeabilità del carbone nei confronti della sola acqua (test di assorbimento, test di iniettività, prove di pompaggio), per determinare le quantità di acqua di strato che sarà presumibilmente necessario estrarre al fine di asciugare lo strato di carbone.

Rispetto al caso del test di breve durata, la prova di produzione si differenzia, anche se non necessariamente, per il tipo di pompa da utilizzare e per le modalità di azionamento. Infatti durante il test iniziale sono i gruppi elettrogeni dell'impianto che assicurano la fornitura di energia per il pompaggio. Invece nel secondo caso l'energia deve essere assicurata mediante alimentazione esterna.

In questa fase il metano prodotto potrà avere varie destinazioni da studiare nel dettaglio in seguito all'acquisizione delle conoscenze maturate attraverso le prove preliminari sul primo dei pozzi esplorativi (pozzo pilota).

Le possibili utilizzazioni, tutte soggette all'ottenimento delle relative autorizzazioni, sono le seguenti:

- prelievo mediante autocarro munito di appositi pompa e compressore
- utilizzazione del metano in loco per l'azionamento di un gruppo elettrogeno, opportunamente silenziato, per la generazione di energia elettrica da utilizzare sia per l'azionamento della pompa di estrazione dell'acqua, sia per l'immissione nella rete nazionale nel caso di esubero di energia elettrica
- immissione diretta del metano nella linea di distribuzione locale previa la necessaria compressione.

La scelta del tipo d'utilizzazione dipenderà in larga misura dai risultati conseguiti con il pozzo pilota, nonché dai costi di installazione, allacciamento e gestione.

Per quanto concerne la pressione d'esercizio dei pozzi, si fa presente che il gas metano si trova intrappolato ("adsorbito") nei micropori del carbone, quindi è in equilibrio con la pressione idrostatica caratteristica dello strato di carbone. Questo è un dato certo, ed è pertanto su questa base che verrà dimensionato l'intero sistema di produzione e trasporto del gas.

Questa è una scelta progettuale a favore della sicurezza: infatti durante il normale esercizio la pressione del gas si manterrà ben al di sotto dei valori corrispondenti alla pressione idrostatica di adsorbimento, e sarà determinata dalle condizioni di prelievo e permeabilità della matrice del carbone, che sappiamo essere molto bassa.

Pertanto il sistema si manterrà comunque in sicurezza, anche nel caso di possibili malfunzionamenti o imprevisti durante tutte le fasi del progetto, inclusa quella di produzione.

### 1.5 Tempi di realizzazione dei lavori in fase esplorativa

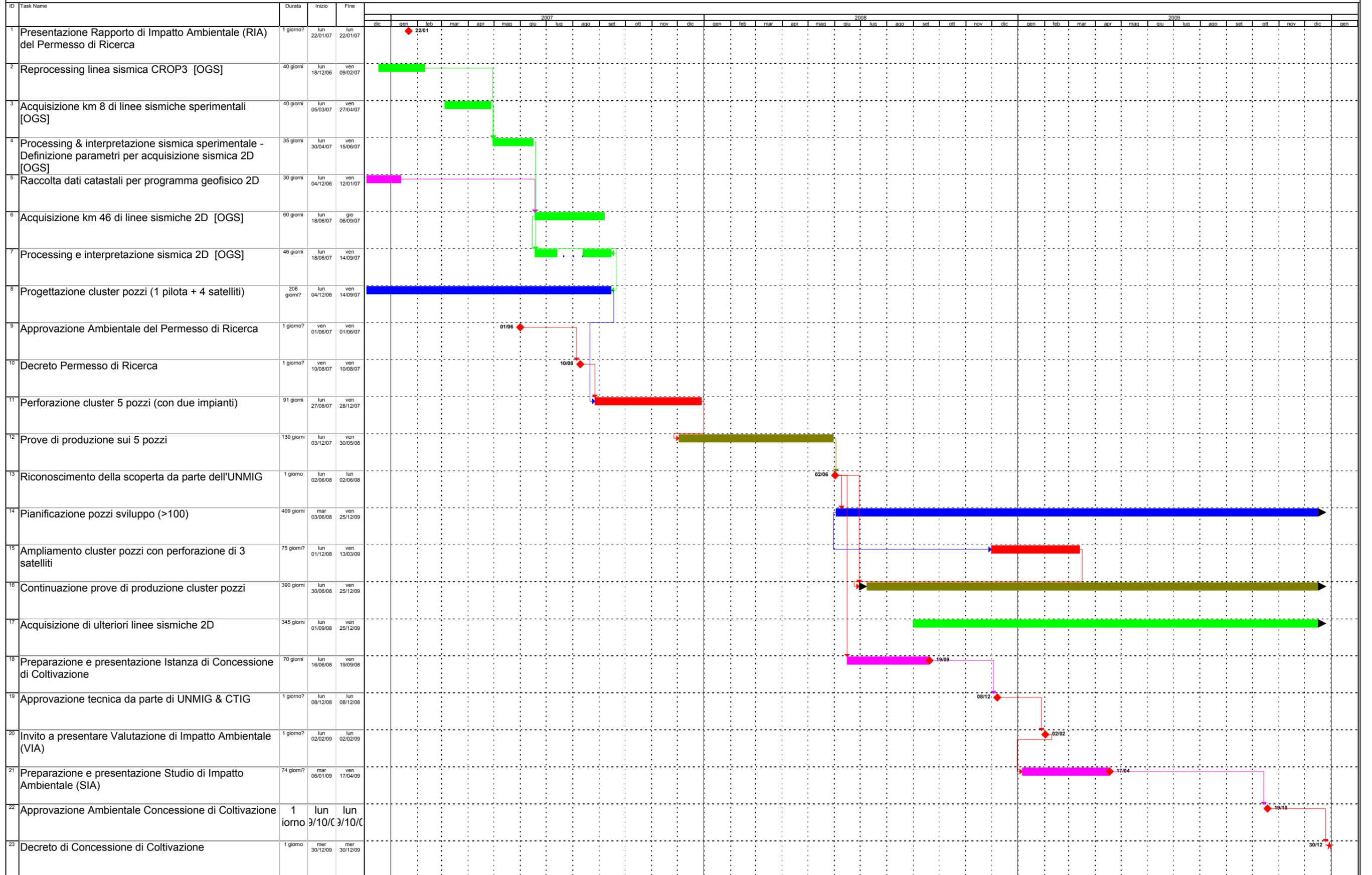
Limitando la descrizione ai soli aspetti tecnici, il programma previsto nell'ambito del Permesso di Ricerca è articolato sui seguenti capisaldi :

1. preparazione ed acquisizione linee sismiche sperimentali
2. acquisizione linee sismiche 2D sul territorio interessato dalla perforazione dei pozzi esplorativi
3. interpretazione dei dati geofisici
4. progettazione e perforazione del primo cluster di 5 pozzi
5. prove di produzione di lunga durata
6. progettazione ulteriori pozzi di sviluppo
7. perforazione di 3 pozzi satelliti attorno al primo cluster
8. estensione delle prove di produzione
9. acquisizione di ulteriori linee sismiche sul territorio

Invece lo schema in Figura 1.5-1 permette una visione d'assieme del progetto, suddiviso nelle varie componenti principali, con particolare rilievo agli aspetti procedurali ed autorizzativi.

L'intero programma di attività prevede una durata complessiva di 37 mesi, a partire dalla presentazione del Rapporto di Impatto Ambientale.

**Permesso di Ricerca "Fiume Bruna"**  
**Rapporto di Impatto Ambientale**  
**Programma dei Lavori**



Author: A. Martinuzzi  
 Date: mar 16/01/07



## 1.6 Valutazione delle alternative progettuali

La fattibilità tecnico-economica del progetto è strettamente condizionata dalla scelta del territorio sul quale realizzarla. Fermo restando l'impegno al pieno rispetto dei vincoli esistenti, rivestono importanza determinante le considerazioni di tipo geologico. Esse permettono di individuare zone entro le quali si ritiene siano soddisfatte le condizioni necessarie per una futura coltivazione del CBM.

Su tale base è stata selezionata l'area del primo cluster esplorativo, mentre sarebbe arduo in questa fase individuarne un'altra con caratteristiche geologiche comparabili.

## 1.7 Normativa e quadro legislativo di riferimento

- **NORMATIVA COMUNITARIA**

- *Direttiva 85/337/CEE*: Direttiva del Consiglio del 27.6.1985 concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati (G.U. delle Comunità europee n. L 175 del 5.7.1985)

- *Direttiva 90/313/CEE*: Direttiva del Consiglio del 7.6.1990 concernente la libertà d'accesso all'informazione in materia di ambiente (G.U. delle Comunità europee n. L 158 del 23.6.1990)

- *Direttiva 96/61/CE*: Direttiva del Consiglio del 24.9.1996 sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento (G.U. delle Comunità europee n. L257 del 10.10.1996)

- *Direttiva 97/11/CE*: Direttiva del Consiglio del 3.3 1997 che modifica la direttiva 85/337/CEE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati (G.U. delle Comunità europee n. L 73 del 14.3.1997)

- **NORMATIVA NAZIONALE**

- *Art. 6 della L. 8/7/1986 n. 349* Istituzione del Ministero dell'Ambiente e norme in materia di danno ambientale (G.U. n. 162 del 15.7.1986)

- *Art. 18 comma 5 della L. 11/3/1988 n. 67* Legge finanziaria 1988 (G.U. n. 61 del 13.3.1988 S. O.)

- *D.P.C.M 10/8/1988 n. 377* Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all'articolo 6 della L. 8/7/1986 n. 349 (G.U. n. 204 del 31.8.1988)

- *D.P.C.M. 27/12/1988* Norme tecniche per la redazione degli studi d'impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della L. 8/7/1986 n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del D.P.C.M. 10/8/1988 n. 377 (G.U. n. 4 del 5.1.1989). L'art. 7 è stato sostituito per effetto del D.P.R. 12/4/1996 n. 354 (G.U. n. 158 del 8.7.1996)
  
- *Circolare del Ministero dell'Ambiente 11/8/1989* Pubblicità degli atti riguardanti la richiesta di pronuncia di compatibilità ambientale di cui all'art. 6 della L. 8/7/1986 n. 349; modalità dell'annuncio su quotidiani (G.U. n. 201 del 29.8.1989)
  
- *Circolare del Ministero dell'Ambiente 23/2/1990, n. 1092/VIA/A.O.13.1* Integraz. della circolare 11 agosto 1989 del Ministero dell'Ambiente, concernente "Pubblicità degli atti riguardanti la richiesta di pronuncia di compatibilità ambientale di cui all'art.6 della L. 8/7/1986 n. 49; modalità dell'annuncio su quotidiani" (G.U. n. 75 del 30.3.1990)
  
- *Art. 14-quater della L. 7/8/1990 n. 241* Nuove norme in materia di procedimento amministrativo e di diritto di accesso ai documenti amministrativi (G.U. n. 192 del 18.8.1990). Articolo aggiunto dall'art. 17 della L. 15/5/1997 n. 127 (G.U. n. 113 del 17.5.1997, S.O.)
  
- *Art. 16 della L. 11/2/1994 n. 109* Legge quadro in materia di lavori pubblici (G.U. n. 41 del 19.2.1994, S.O.)
  
- *Art. 40 della L. 22/2/1994 n. 146* Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità Europee – Legge Comunitaria 1993 (G.U. n. 52 del 4.3.1994)
  
- *D.P.R. 18/4/1994 n. 526* Regolamento recante norme per disciplinare la valutazione dell'impatto ambientale relativa alla prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi liquidi e gassosi. (G.U. n. 207 del 5.9.1994)

- *Circolare del Ministero dell'Ambiente 15/2/1996* Integrazione delle circolari 11/8/1989 e 23/2/1990, n. 1092/VIA/A.O.13.1 del Ministero dell'Ambiente, concernente "Pubblicità degli atti riguardanti la richiesta di pronuncia di compatibilità ambientale di cui all'art. 6 della L. 8/7/1986 n. 349; modalità dell'annuncio sui quotidiani". (G.U. n. 50 del 29.2.1996)

- *D.P.R. 12/4/1996* Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della L. 22/2/1994 n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale (G.U. n. 210 del 7.9.1996)

- *Circolare del Ministero dell'Ambiente 7/10/1996 n. GAB/96/15208* Procedure di valutazione di impatto ambientale (G.U. n. 256 del 31.10.1996)

- *Circolare del Ministero dell'Ambiente 8/10/1996 n. GAB/96/15326* Principi e criteri di massima della valutazione di impatto ambientale (G.U. n. 256 del 31.10.1996)

- *D.Lgs. 24/2/1997 n. 39* Attuazione della direttiva 90/313/CEE, concernente la libertà di accesso alle informazioni in materia di ambiente (G.U. n. 54 del 6.3.1997, S.O.)

- *D.P.R. 11/2/1998* Disposizioni integrative al D.P.C.M. 10/8/1998 n. 377, in materia di disciplina delle pronunce di compatibilità ambientale, di cui alla L. 8/7/1986 n. 349, art. 6. (G.U. n. 72 del 27.3.1998)

- *Art. 34, 35 e 71 del D.Lgs. 31/3/1998 n. 112* Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della L. 15/3/1997 n. 59 (G.U. n. 92 del 21.4.1998)

- **NORMATIVA DELLA REGIONE TOSCANA**

- *Titoli III e IV della L.R. 3/7/1996 n. 76* Disciplina degli accordi di programma e delle conferenze dei servizi (B.U.R.T. n. 48 del 12.9.1996)

L.R. 3/11/1998 n.79 Norme per l'applicazione della valutazione di impatto ambientale (B.U.R.T. n. 37 del 12.11.1998)

- *Delib. G.R. 15/6/1999 n. 693* L.R. 3/11/1998 n. 79 recante "Norme per l'applicazione della V.I.A." – Adempimenti di cui al comma 2 art. 17, relativo allo svolgimento della procedura unica integrata (B.U.R.T. n. 30 del 28.7.1999)

- *Delib. G. R. 15/6/1999 n. 694* L. R. 7/11/1994 n. 81 e successive integrazioni e modificazioni – Art. 9, commi 3 e 4 – Direttive agli Uffici regionali per l'attuazione dei procedimenti di V.I.A. di cui alla L.R. 3/11/1998 n. 79, e specificazione delle relative competenze (B.U.R.T. n. 30 del 28.7.1999)

- *Delib. G. R. 15/6/1999 n. 695* L.R. 3/11/1998 n. 79 recante "Norme per l'applicazione della V.I.A.". Adempimenti di cui all'art. 21, relativo alla partecipazione regionale al procedimento statale di V.I.A. – Provvedimenti (B.U.R.T. n. 30 del 28.7.1999)

- *Deli.b G. R. 15/6/1999 n. 696* L.R. 3/11/1998 n. 79 recante "Norme per l'applicazione della V.I.A.". – Disposizioni concernenti le modalità di comunicazione e di deposito dei progetti da sottoporre al procedimento regionale di V.I.A. (B.U.R.T. n. 30 del 28.7.1999)

- *L.R. 11/8/1999 n. 51* Disposizioni in materia di linee elettriche ed impianti elettrici (B.U.R.T. n. 26 del 11.8.1999)

## 2. Descrizione delle tecnologie di prospezione

### 2.1 Sistemi di rilevamento geofisico

Il rilevamento geofisico consiste nella registrazione strumentale di superfici di discontinuità, presenti nel sottosuolo ed evidenziate dalle risposte al segnale di sorgente inviato. Queste discontinuità sono dovute alla diversa natura litologica dei terreni attraversati, ai loro reciproci rapporti spaziali di giacitura (direzione, immersione e inclinazione degli strati).

La registrazione di tali superfici viene effettuata per mezzo di onde elastiche generate da una sorgente posta in superficie. I treni di onde così creati vengono riflessi dai diversi orizzonti litologici incontrati durante il loro cammino in profondità, e ritornano in superficie dove vengono registrate da opportuni geofoni – ricevitori (Fig. 2.1-1).

L'interpolazione, il filtraggio e tutte le necessarie operazioni di processing dei dati permettono di determinare le profondità delle diverse successioni litologiche, a partire dal tempo impiegato dalle onde ad attraversare gli strati.

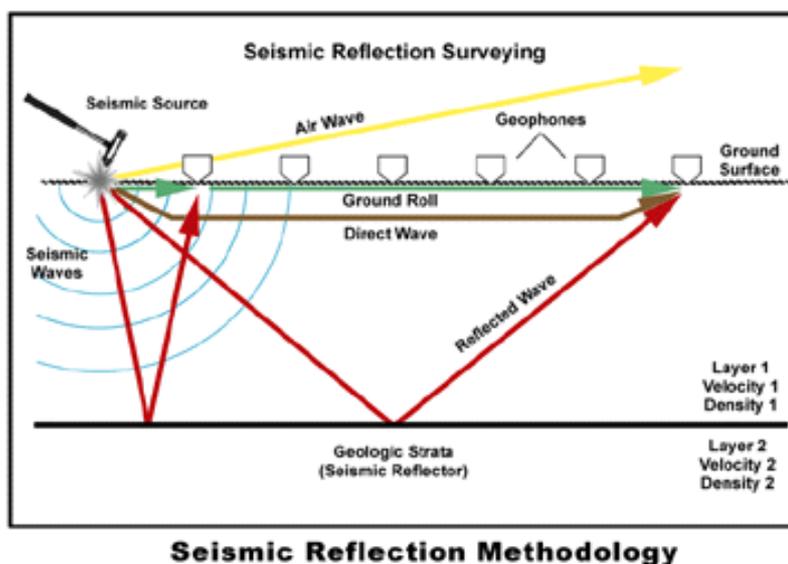


Fig. 2.1-1 Metodo generale di registrazione sismica

### 2.1.1 Tipologia della sorgente di onde elastiche

La sorgente di energia che si intende utilizzare nell'area del Permesso di Ricerca è il Vibroseis.

Si tratta di una piastra vibrante a comando idraulico montata su di un camion fuoristrada 4x4 per il trasporto, e calata a fianco di esso per la fase operativa di campagna. Tale piastra viene fatta vibrare sul terreno tramite un sistema oleodinamico.

La durata della singola vibrazione può avere un tempo da 12 a 36 secondi, in funzione dei parametri di acquisizione scelti dopo alcuni test preliminari. Le basse frequenze delle vibrazioni (8-10 hertz) risultano percettibili entro una distanza di 25 metri, mentre oltre tale distanza esse sono solo strumentali. Lungo la traccia di una linea sismica, le vibrazioni vengono ripetute da postazioni che distano fra loro da un minimo di 5 metri ad un massimo di 10 metri.

Pertanto il percorso degli stendimenti e l'accesso dei mezzi può essere studiato senza problemi in funzione delle esigenze e caratteristiche del territorio. Nei limiti del possibile verrà fatto un uso preferenziale della viabilità esistente.

### 2.1.2 Tipologia degli stendimenti dei geofoni ed ubicazioni

La prospezione sismica (fig. 2.1.2-1) procede, per quanto topograficamente possibile, secondo tracciati rettilinei (linea sismica). Sul terreno la linea sismica è costituita da una serie di stendimenti composti da gruppi di geofoni (6 - 8 - 12, ecc.) collegati insieme (catena) e dalla relativa fonte di energia (Fig. 2.1-1). La distribuzione spaziale di questi elementi è in funzione sia delle caratteristiche topografiche, sia del tipo di terreno da investigare. I segnali, raccolti dai geofoni di una catena, sono sommati insieme per fornire la registrazione sismica del punto di baricentro della catena stessa.

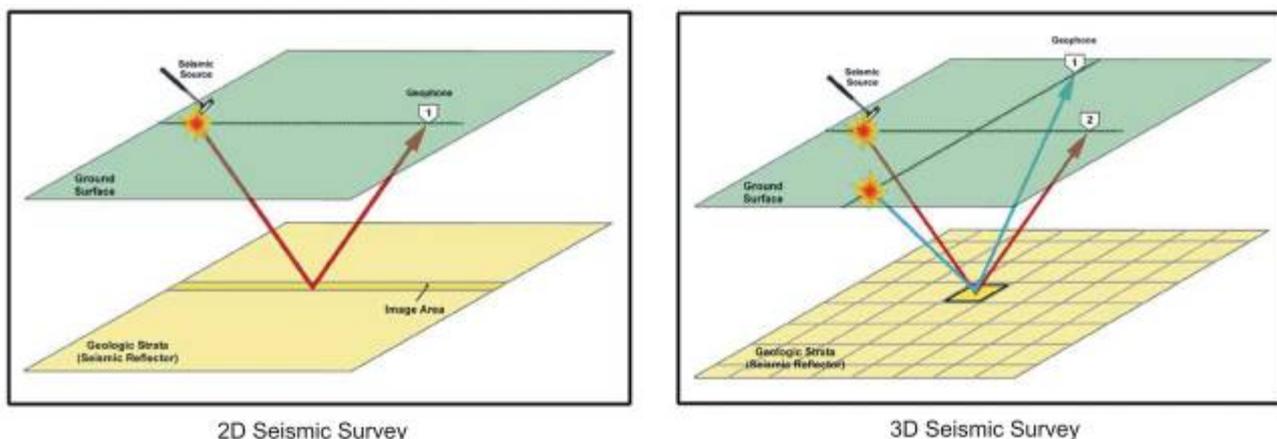
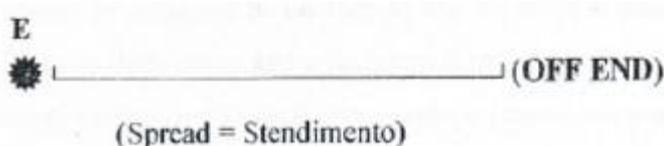


Fig. 2.1.2-1 Modalità della prospezione sismica 2D e 3D

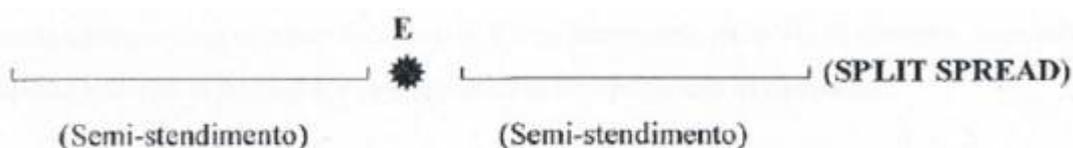
La registrazione, sincronizzata con l'energizzazione, è coordinata e controllata attraverso dei radiosegnali dalla cabina di raccolta dati. Uno stendimento di geofoni copre generalmente un tratto di un migliaio di metri circa di linea sismica, e ad ogni registrazione lo stendimento viene spostato in avanti di uno spazio prestabilito, in maniera tale che uno stesso punto (detto stazione) venga registrato più volte con delle geometrie di Energizzazione-Registrazione diverse.

Gli stendimenti attualmente usati presentano due tipi di geometrie:

- OFF END ove l'energizzazione (E) è posta ad uno degli estremi del cavo di registrazione;



- SPLIT SPREAD ove l'energizzazione (E) è posta al centro di due semi-stendimenti.



L'ubicazione effettiva dei profili, ed in particolare degli SP (ubicazione dei punti di energizzazione), viene definita con sopralluoghi sul terreno, per poter valutare meglio le caratteristiche ambientali dell'area attraversata dal rilievo:

- abitazioni e giardini
- colture e filari
- manufatti e di infrastrutture
- siti archeologici
- rogge e canali
- ecc.

Per una buona gestione ambientale delle operazioni di stendimento, si evita il più possibile il trasporto di cavi e geofoni con automezzi fuori da strade o tratturi già esistenti. Inoltre si cercherà di effettuare lo stendimento ed il ritiro di tali materiali esclusivamente a piedi o con altro mezzo che salvaguardi le colture, i prati naturali e le aree di particolare pregio ambientale.

### 2.1.3 Mezzi utilizzati

Il numero dei mezzi necessari per effettuare un rilievo sismico dipendono in gran parte dal metodo di energizzazione utilizzato e dalla morfologia dell'area ove verranno registrate le linee sismiche.

Dato che il sistema utilizzato sarà il Mini-Vibro seis, e che l'area da indagare presenta una morfologia di tipo sostanzialmente pianeggiante, le operazioni saranno notevolmente agevolate.

La strumentazione descritta nei seguenti paragrafi è da intendersi disponibile per tutte le attività previste di acquisizione sismica in terra.

- Rilievo Topografico

Per il posizionamento delle stazioni di registrazione è previsto l'utilizzo di una stazione totale Sokkia SET 4C II munita di GPS TOPCON, del quale si riportano di seguito le caratteristiche.

La tabella seguente riassume i parametri relativi al rilievo topografico:

<b>SPECIFICHE TECNICHE del GPS</b>	
<b>Caratteristiche del ricevitore</b> Numero di canali Segnali tracciati	<b>LEGACY-H GG</b> 40 GPS - GLONASS L1+ L2 Codici C/A e P, Fase
<b>Prestazioni del ricevitore</b> Precisione sulla misura della base Precisione in RTK Partenza da freddo Partenza da caldo Riacquisizione	3 mm + 1 ppm per L1 + L2 10 mm + 1,5 ppm per L1 + L2 < 60 secondi < 10 secondi < 1 secondo
<b>Alimentazione e consumo</b> Porte per l'alimentazione Alimentazione Consumo	2 Da 6 a 28 volts 2.0 Watt
<b>Caratteristiche fisiche</b> Materiale Temperatura di stoccaggio Temperatura operativa	Alta tecnologia, weatherproof Da - 40°C a + 75°C Da - 40°C a + 55°C
<b>Specifiche dell'antenna</b> Antenna Tipo Peso Diametro Low Noise Amplifier (LNA) Guadagno Impedenza d'uscita Connettori Temperatura di funzionamento	Esterna LegAnt, centro fase zero (L1+L2, GPS/GLONASS) 900 g 24.3 cm Tra 2.7 e 12 volt 32 +/- 2dB 50 Ohm TNC -40°C, + 55°C
<b>Input/Output</b> Porte di comunicazione	Fino a 4 seriali RS232 1pps, Event Mark
<b>Memoria dati</b> Memoria interna Campionamento dati	Da 4 a 96 Mb Da 1 a 20 Hz
<b>Dati uscita</b> Real Time Ascii Output Altri formati Uscita dati	RTK, RTCM 104 versione 2.2, CMR2 NMEA 0183 versione 2.2/2.3 Formato TPS Fino a 20 al secondo.

- Energizzazione

Quale sorgente terrestre verrà impiegato un vibratore MiniVib IVI T2500.



Fig. 2.1.3-1: MiniVib T2500 in vista laterale e posteriore



Fig. 2.1.3-2: Sorgente sismica montata su automezzo

Per l'energizzazione della sismica a riflessione verrà utilizzata una sorgente impulsiva di tipo "Seismic Sources Power Weight Drop PWD 80" montata su automezzo Bremach.

- Ricezione

Il cavo sismico telemetrico del sistema DMT Summit è costituito da una piattina bipolare. La possibilità di connettere le unità di registrazione remote (RU) in qualsiasi posizione lungo la linea - grazie a connettori di tipo snap-on - rende questo sistema

molto versatile, in quanto permette di realizzare profili con intervalli di traccia variabili entro un range molto ampio (da poche decine di centimetri alle decine di metri).

<b>CARATTERISTICHE E SPECIFICHE CAVO TELEMETRICO</b>	
Produttore	DMT
Modello	Summit
Tipologia	Piattina bipolare
Resistenza di terminazione	120 Ohm
Lunghezza bobina singola	Circa 250 m
Numero di bobine	25
Connettori per collegamento	Di tipo snap-on

Per quanto riguarda i trasduttori, sono disponibili le seguenti tipologie e quantità di geofoni.

<b>CARATTERISTICHE E SPECIFICHE GEOFONI</b>	
Frequenza 10 Hz	Singoli 300 unità
Frequenza 20 Hz	In stringhe da 6 150 array di 6
Frequenza 100 Hz	Singoli 120 unità

Il sistema di registrazione DMT Summit consta di una scheda hardware collegata a PC via porta USB. I vari software di acquisizione, di riproduzione e di salvataggio dati e lavorano in ambiente Windows.

<b>CARATTERISTICHE E SPECIFICHE TECNICHE REGISTRATORE DMT SUMMIT</b>	
Produttore	DMT
Modello	Summit
Numero massimo di canali	300 (su 150 box a 2 canali)
Intervallo di campionamento	1/48, 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 4, 8 ms
Pre-Amp Gain	0, 20, 40 dB
Filtri:	
Anti Alias analogico	7.2 kHz 6 db/Oct
Taglia basso analogico	1 Hz 6 db/Oct
Risoluzione	24-Bit delta-sigma technology
Escursione dinamica	120 dB
Distorsione armonica totale	0.0008 %
Formato di registrazione	SEG2
Archiviazione	Hard Disk su host PC
Numero di repeater units	13
Numero di Time Break units	5
Numero di palmari per l'assegnazione box	5

Il seguente è un esempio di configurazione del sistema di registrazione DMT Summit:

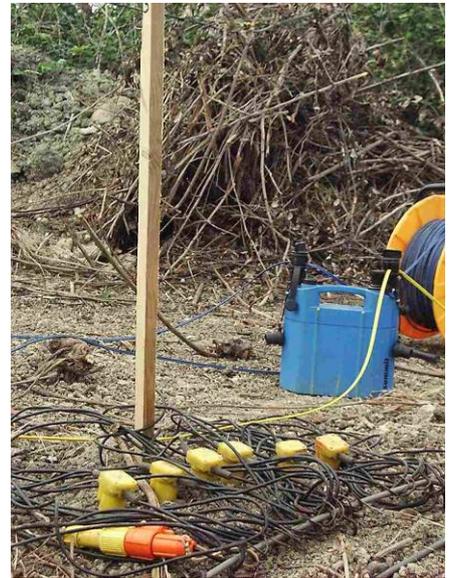
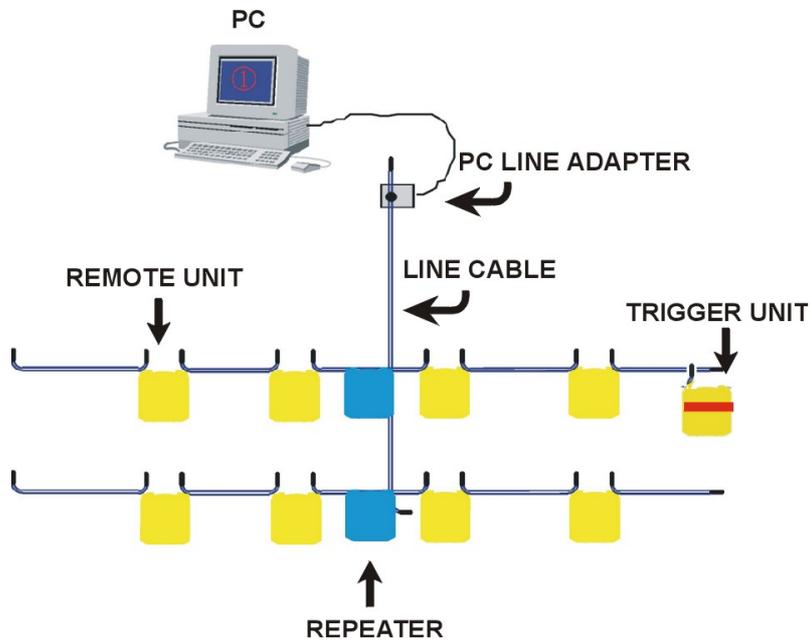


Fig. 2.1.3-3: Box di acquisizione (giallo) ed un repeater (blu) posizionati in campagna. Una stazione di 6 geofoni raggruppati a destra.

- Personale ed automezzi impegnati

La tabella seguente riporta il personale impegnato in campagna:

<b>Personale</b>	<b>Numero</b>
Party chief	1
Osservatore senior	1
Energizzazione MiniVibro	1
Senior Quality Control	1
Tecnici. Box-geofoni	6
Senior topografo	1
Rifrazione	1
Canneggiatori	2
<b>Totale</b>	<b>14</b>

La seguente tabella elenca gli automezzi impiegati per le operazioni di campagna:

<b>Tipo</b>	<b>Numero</b>
Land Rover (passo lungo) o similari	2
LR Registro	1
Hyundai Galloper	1
Scam	1
Fiat Panda 4X4	2
Land Rover	1
MB Unimog con MiniVib	1
Bremach	1
<b>Totale</b>	<b>10</b>

#### 2.1.4 Tecniche di ripristino dei passaggi dei mezzi di trasporto

Il transito dei mezzi adibiti al rilievo sismico può comportare, in determinati casi, la necessità di effettuare il ripristino di alcuni tratti delle sedi stradali di campagna o dei passaggi preesistenti. Talora la presenza di un fossato che ostacola il passaggio dei veicoli comporta la necessità di eseguire delle opere atte a facilitare il transito dei mezzi stessi.

Nel caso sia stato necessario aprire vie di transito per i mezzi di trasporto o intervenire con opere provvisorie, sarà cura della Società contraffittista che ha effettuato il rilievo sismico ripristinare al termine dei lavori le originarie condizioni dei luoghi. Inoltre in particolari condizioni paesaggistiche, vengono poste in essere tutte le cautele necessarie al corretto recupero dell'area interessata dalle vie di transito, concordando con le preposte autorità la tipologia e la tempistica delle operazioni di ripristino.

Inoltre, il risarcimento di eventuali danni provocati nei poderi, derivati dalle operazioni di transito e di perforazione, viene concordato direttamente con i proprietari dei medesimi.

### 3. Descrizione delle operazioni di perforazione

#### 3.1 Caratteristiche e criteri di progetto delle postazioni di sonda

La postazione di perforazione è necessaria per il posizionamento ed il funzionamento dell'impianto di perforazione. Essa richiede la predisposizione di una superficie pianeggiante atta ad ospitare l'impianto, ovvero la sonda, 2-3 vasche per la preparazione del fango, le pompe del fango ed alcune attrezzature ausiliarie.

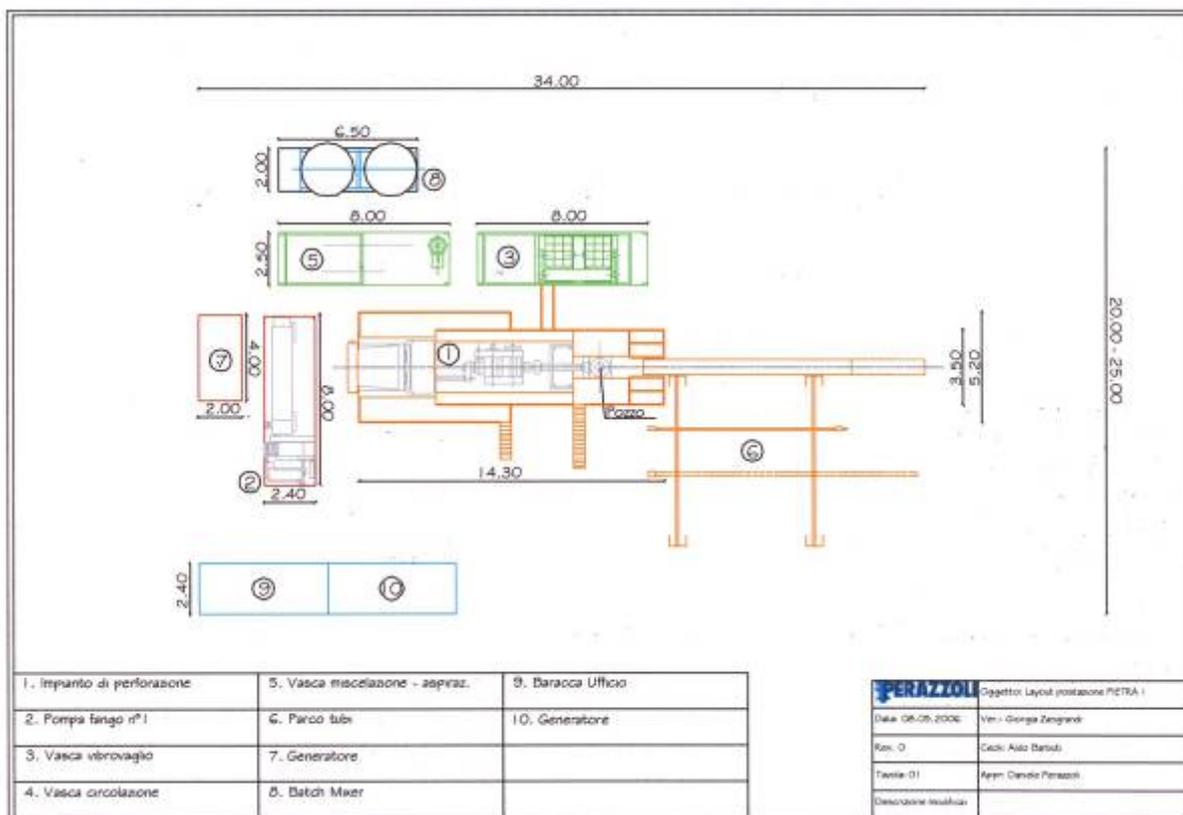
Sono anche necessarie 2-3 piccole baracche o container, adibite ad ufficio servizi ed alloggio per le maestranze addette all'esercizio dell'impianto. Queste baracche sono collocabili anche ad una certa distanza dall'area di lavoro, per favorire migliori condizioni di permanenza del personale e per facilitare la collocazione complessiva delle attrezzature nell'area.



Fig. 3.1-1 Impianto di perforazione Mobil B53

Data la ridotta profondità dei sondaggi, l'impianto di cui si prevede l'uso è di dimensioni modeste (a titolo di esempio si cita il Mobil B53, montato su mezzo cingolato) ed ha caratteristiche molto simili a quelli, largamente diffusi, utilizzati per la ricerca dell'acqua.

Pertanto anche l'area occupata dalla postazione è relativamente limitata, nell'ordine di 800 metri quadrati (25m x 35m), incluso lo spazio per i container.



**Fig. 3.1-2** Lavout della postazione del nozzo

Non si prevedono opere in elevazione, in calcestruzzo o muratura, se non limitatamente all'avanpozzo, che è costituito da uno scavo a forma di parallelepipedo, della profondità di circa 50 cm e ampiezza 1m x 1m.

Il fondo e le pareti sono normalmente realizzate in calcestruzzo per garantirne la stabilità tenendo conto dei mezzi che possono circolare in prossimità dell'avanpozzo.

La zona circostante l'avanpozzo, destinata ad accogliere l'impianto e gli ausiliari, è semplicemente spianata e consolidata con ghiaia in modo da renderla idonea a

sopportare il transito dei mezzi per il trasporto e lo scarico dei tubi, dei containers e il montaggio dello stesso impianto di perforazione, collocato su di un articolato.

Nel caso sia necessario rimuovere una parte di terreno vegetale, se presente, questo viene mantenuto a disposizione per utilizzarlo in fase di ripristino ambientale parziale o totale.

Non si prevedono scavi per lo stoccaggio del fango esausto e dei detriti di perforazione, perché si preferisce utilizzare apposite vasche metalliche, che ne consentono sia lo stoccaggio che il prelievo periodico per l'invio ai centri di trattamento.

Se si rendesse necessario realizzare vasche scavate in terra, queste saranno opportunamente protette ed impermeabilizzate con teli di adeguato spessore al fine di prevenire infiltrazioni di fango nel terreno.

Analoghe opere di impermeabilizzazione saranno realizzate -con teli o con soletta in calcestruzzo- laddove esistono rischi apprezzabili di perdita di fluidi (gasolio e olio). Questi ultimi verrebbero convogliati verso zone di raccolta come le vasche interrato di cui sopra.

Il progetto della postazione terrà conto anche della necessità di realizzare una condizione di regimazione delle acque meteoriche, che ne permetta lo scarico solo dopo avere realizzato idonei controlli. Allo scopo saranno previsti appositi pozzetti di ispezione e deviazione del flusso verso le vasche di raccolta fanghi o verso l'esterno.

Altro elemento di notevole rilievo dal punto di vista della protezione ambientale sarà costituito dal progetto specifico di contenimento del gasolio, anche in caso di incidente che coinvolga un serbatoio.

Infatti si prevede di alloggiare il serbatoio del gasolio entro un contenitore impermeabile, metallico o in calcestruzzo armato, che permetta di raccogliere e contenere eventuali perdite di gasolio anche di notevole entità. Il contenitore avrà

dimensioni tali da contenere anche i fusti dell'olio lubrificante e altri prodotti di analoga pericolosità eventualmente necessari all'esercizio dell'impianto.

In ogni caso l'impianto avrà dimensioni modeste, pertanto anche l'entità dei volumi in gioco sarà tale da permettere la raccolta diretta del fluido nell'eventualità si verifichi una perdita, senza necessità di raccolta in vasche poste a più basso livello come invece avviene di norma nel caso di impianti di grosse dimensioni. Il contenitore sarà provvisto di un apposito punto per l'aspirazione con pompa.

Analoghi dispositivi di protezione contro la diffusione nel terreno di prodotti oleosi a seguito di perdite accidentali saranno previste anche per le zone della postazione di sonda ove saranno installati i motori.

### 3.2 Criteri di inserimento ambientale

Per la scelta del sito di perforazione verranno adottati criteri di selezione atti a ridurre al minimo l'inevitabile -sia pur modesto- disturbo causato dall'attività operativa.

Nei limiti del possibile dunque si osserveranno i seguenti criteri per l'ubicazione della postazione:

- preferire luoghi in prossimità di strade esistenti, pur nel rispetto delle distanze minime imposte dalle norme di legge, con l'obiettivo di limitare la dimensione delle opere viarie. (Per maggiori dettagli si veda il Cap. 3.8)
- evitare di interessare colture agricole di pregio
- evitare inserimenti che dovessero implicare l'abbattimento di piante di alto fusto o di pregio
- preferire morfologie piane e semplici, al fine di evitare sbancamenti, costruzione di ponti o altre opere
- tenersi alla massima distanza possibile da edifici, in particolare se abitati, o da opere comunque di apprezzabile pregio architettonico, storico, di utilità sociale, eccetera
- tenersi alla massima distanza possibile da corsi d'acqua

- limitare il più possibile l'impatto visivo sia della sonda inizialmente, che del pozzo successivamente.

Infine, si farà il possibile per acquisire il diritto d'accesso ai fondi in pieno accordo con i proprietari interessati.

Come illustrato nel paragrafo precedente, la Fig. 3.1-1 permette di avere un'idea delle dimensioni dell'impianto, e la Fig. 3.1-2 quella del cantiere temporaneo di perforazione.

### 3.3 Temporaneità delle postazioni di sonda e criteri di ripristino ambientale

La postazione di sonda è a tutti gli effetti un'opera temporanea strettamente legata all'attività di perforazione, a conclusione della quale la superficie viene comunque ad essere oggetto di ripristino territoriale -totale o parziale- a seconda dell'esito del sondaggio.

Il ripristino sarà totale nei casi di esito negativo del sondaggio. In questo caso non sussistono motivi per mantenere in essere l'opera costruita. Pertanto il pozzo viene chiuso collocandovi all'interno degli appositi tappi di cemento, in modo da ripristinare il completo isolamento della formazioni.

Questa operazione è detta "chiusura mineraria" In tale caso l'avanpozzo in calcestruzzo ed il pozzo vengono smantellati fino a circa due metri di profondità ed i materiali risultanti, ghiaia e calcestruzzo, vengono conferiti a discarica autorizzata o a centri di riutilizzo di inerti.

Anche ogni componente metallico della testa pozzo è oggetto di recupero per successive utilizzazioni, mentre l'area circostante, precedentemente inghiaia, è oggetto di ripristino con l'eliminazione di ogni eventuale micro-opera, e mediante sostituzione dello strato di ghiaia con terreno vegetale. Il riporto di terreno vegetale può essere necessario per ripristinare la vegetazione originariamente presente.

Talvolta può risultare conveniente per il proprietario del terreno mantenere l'opera al fine di utilizzarla nell'ambito della propria attività, generalmente di tipo agricolo.

Anche le Amministrazioni locali, per analoghi interessi d'utilizzazione, possono richiederne il mantenimento. In tali casi il mantenimento in essere -normalmente accordato dal Committente- è strettamente legato all'ottenimento delle autorizzazioni urbanistiche concesse dall'Ente locale.

Quando invece il sondaggio ha esito positivo il ripristino territoriale non interessa l'avanpozzo che pertanto viene mantenuto. Intorno ad esso viene collocata una protezione di rete metallica di adeguata altezza e robustezza, per impedire l'accesso di personale estraneo alle strutture del pozzo affioranti (tubo e valvole).

A seconda del tipo di controlli da eseguire durante la vita del pozzo, l'area circostante potrà essere recuperata totalmente o mantenuta solo in parte per permettere il monitoraggio del pozzo con idonei strumenti.

### 3.4 Caratteristiche dell'impianto di perforazione

L'impianto si compone di alcune parti principali: il mast, il sistema di trattamento e preparazione fango, il sistema di preparazione e pompaggio del cemento, e quello per la generazione di energia.

Le Figure 3.4-1,2 e 3 permettono di avere una vista completa dei principali componenti di un impianto tipo.



**Fig. 3.4-1 Drilling mast**



Fig. 3.4-2 Pompe fango



Fig. 3.4-3 Generatori elettrici

Naturalmente in funzione della disponibilità di impianti da parte dei contrattisti, alcune caratteristiche tecniche potranno cambiare (altezza del mast, numero di vasche per il fango, caratteristiche delle pompe, ecc.). Tuttavia lo schema generale rimane quello indicato in figura.

E' opportuno ribadire che, analogamente alla perforazione dei pozzi ad acqua, la permanenza dell'impianto di perforazione è strettamente limitata alle operazioni di sondaggio la cui durata è variabile con la profondità, ma può essere indicativamente stimata in 30 giorni per la perforazione di un pozzo della profondità di 700 metri.

### 3.5 Caratteristiche del fango di perforazione

Il fluido di perforazione utilizzato più diffusamente nella perforazione dei pozzi è il cosiddetto fango, che è costituito da una miscela di acqua, bentonite e, quando necessario, alcuni additivi.

Nel caso di Fiume Bruna l'impiego di additivi è da escludere, o al più da considerare assolutamente limitato alla fase di completamento della perforazione (in prossimità del fondo pozzo).

La bentonite dunque è il costituente base del fango. E' un materiale di origine minerale ottenuto trattando termicamente la montmorillonite (un tipo di argilla), quindi macinata al fine di ottenere il grado di finezza della particelle più appropriato per facilitare una rapida idratazione.

Da un punto di vista ambientale è opportuno ricordare che la bentonite è un prodotto assolutamente innocuo. Infatti essa trova varie altre forme di impiego al di fuori della perforazione. Significativi da questo punto di vista sono gli impieghi nella bentonite nell'industria vinicola, alimentare in generale e nella cosmesi. E' quindi un prodotto atossico ed assolutamente compatibile con l'ambiente.

A proposito dell'altro componente del fango, l'acqua, è sufficiente considerare che si tratterà di acqua proveniente da acquedotti o da fiume, quindi perfettamente compatibile con l'ambiente e con eventuali acquiferi in caso di contatto.

### 3.6 Condizioni di sicurezza durante la perforazione

La installazione di un Blow Out Preventer (BOP) è prevista dalle norme di legge. Tuttavia, nel caso del campo di Fiume Bruna il gas si trova, nella peggiore delle ipotesi, a pressione pari a quella idrostatica generata dal fango di perforazione, quindi in perfetto equilibrio. Inoltre le condizioni di permeabilità e spessore della stessa formazione sono tali da escludere fenomeni di elevata produzione di gas, pertanto l'impiego di teste pozzo così assemblate costituisce, dal punto di vista della sicurezza, un elemento di ridondanza.

La testa pozzo si completa con una valvola laterale, installata sotto al BOP e alla eventuale valvola maestra, a sua volta collegata ad una tubazione che permette di pompare in pozzo per eliminare il gas e controllare la pressione in caso di necessità.

Un'altra scelta ridondante a favore della sicurezza riguarda il sistema di rilevazione del gas e la professionalità del personale addetto.

#### 3.6.1 Sistema di rivelazione gas

Indipendentemente dal rischio gas, che come illustrato poc'anzi è assolutamente trascurabile in questo caso particolare, gli impianti di perforazione sono dotati di un sistema di rilevazione del gas, un'apparecchiatura tipica nella perforazione profonda dei campi a idrocarburi e geotermici. Il sistema di rilevazione gas è basato sulla dislocazione di un certo numero di sensori che rilevano la concentrazione dei gas più comunemente incontrati nelle formazioni geologiche, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S e CH<sub>n</sub>.

Esso è progettato affinché, qualora si raggiunga -anche in uno solo dei punti critici dove sono localizzati i sensori- un determinato valore di soglia della concentrazione di uno dei gas suddetti, entra in funzione un dispositivo di allarme ottico ed acustico, con indicatori anch'essi ubicati in punti strategici della postazione, in modo che il personale di sonda sia tempestivamente avvertito della presenza di gas e possa attivarsi per le operazioni del caso.

### 3.6.2 Livelli limite di concentrazione di gas

Il livello di allarme prescelto, in termini di concentrazione dei gas nell'atmosfera nelle zone ritenute più critiche, è ben lungi dall'essere pericoloso e normalmente si adottano i valori di TLV (Threshold Limit Value) indicati dalle norme API, che a loro volta attingono dai dati pubblicati nel 1972 dall' American Conference of Government Industrial Hygienists.

Tali valori (TLV) di soglia sono quelli a cui una persona può stare esposta senza conseguenze per otto ore consecutive. A titolo di riferimento, sono 10 ppm (parti per milione in volume) per l'idrogeno solforato e 5000 ppm per l'anidride carbonica, ovvero i gas che con maggior frequenza si incontrano in perforazione. Ancora a titolo di riferimento, si consideri che il TLV per il metano è 90000 ppm, non significativa in termini di tossicità ma significativa dal punto di vista rischio eruzione e incendio.

La logica su cui si basa il sistema di sicurezza è di rilevare tempestivamente i sintomi che, con riferimento ad una possibile eruzione spontanea, possono essere premonitori di una situazione che potenzialmente potrebbe evolvere verso livelli di una certa criticità. Come evidenziato, le condizioni di allarme sono ben lungi dall'essere di per sé pericolose.

Infine, la presenza di vari indicatori di direzione del vento (maniche a vento) permettono al personale operante di conoscere in ogni momento in quale direzione recarsi in caso di emergenza per fuoriuscita incontrollata di gas, o in caso di raggiungimento di situazioni critiche per concentrazione di gas superiore ai valori minimi di soglia prestabiliti.

### 3.6.3 Professionalità richiesta per il personale di sonda

Il personale addetto all'esercizio diretto dell'impianto di perforazione, in ottemperanza al dettato del Dlgs 624/96 è sottoposto ogni due anni a corsi di aggiornamento sulle tecniche operative di controllo delle eruzioni. Tali corsi sono tenuti presso scuole

qualificate dall'International Well Control Forum (IWCF) e si concludono con una procedura di esame atta a verificare il livello di apprendimento dei singoli partecipanti. La partecipazione a tali corsi e il superamento dell'esame finale sono certificati da un attestato IWCF rilasciato dalla scuola autorizzata, che attesta l'adeguata preparazione professionale sia teorica che pratica sul versante del controllo eruzioni.

La qualità del funzionamento dei BOP, le apparecchiature di comando connesse, il sistema di monitoraggio e allarme gas, come previsto dalla buona pratica della perforazione, vengono periodicamente provati nella loro funzionalità durante tutta l'attività di perforazione, simulando con esercitazioni specifiche l'effettuazioni di interventi in emergenza.

Il controllo del corretto funzionamento dei BOP, così come di tutti i componenti più importanti dell'impianto, avvengono sulla scorta di un piano di controllo preventivamente definito a norma del Dlgs 624/96, art. 31.

Pertanto, qualora si verificassero le condizioni per un'eruzione spontanea del pozzo, le misure di sicurezza presenti, tanto di natura impiantistica che organizzativa, offrono una garanzia a livello degli standard internazionalmente riconosciuti e accettati per il relativo controllo.

Tuttavia è opportuno ribadire che il complesso delle precauzioni sopra citate costituiscono un investimento sul versante della sicurezza assolutamente ridondante, viste le caratteristiche delle formazioni geologiche nell'area del Permesso di Ricerca Fiume Bruna.

#### 3.6.4 Protezione antincendio

Le norme in vigore che regolano l'attività di perforazione e prove di produzione dei pozzi, essenzialmente il già citato Dlgs 624/96, prevedono specifiche disposizioni di corredo dell'impianto ai fini di protezione contro gli incendi, dalla dislocazione e numero degli estintori e di scelta delle caratteristiche tecniche dei componenti

dell'impianto stesso. Analogamente sono previste specifiche condizioni di capacità del personale di sonda con apposite figure "formate" per la gestione di situazioni critiche dal punto di vista incendio.

### 3.7 Impatto sulla viabilità esistente e criteri di scelta dei percorsi d'accesso ai siti

Come già accennato al cap. 3.2, si limiterà al massimo la modifica delle opere viarie già esistenti.

In effetti la dimensione dell'impianto, dei carichi per il suo trasferimento da postazione a postazione e per il trasporto dei materiali sono tali da facilitare l'utilizzazione delle opere esistenti, a meno dei tratti necessari per consentire il rispetto delle distanze di sicurezza previste dalle norme.

Pertanto, in aggiunta a quanto già accennato al cap. 3.2, ci si atterrà al criterio di mantenere la lunghezza delle piste di accesso alle postazioni indicativamente entro 20-30 metri dalle strade o dalle piste di esclusivo uso agricolo già esistenti.

Analogamente, anche se non sono previsti trasporti eccezionali sia per i materiali che per i componenti d'impianto, nei limiti del possibile si adotteranno percorsi che permettano il transito dei mezzi senza necessità di costruire o modificare le infrastrutture esistenti, con particolare riferimento ai ponti.

### 3.8 Considerazioni sul carico viario

Anche se il numero di mezzi per l'alimentazione del cantiere non è tale da modificare apprezzabilmente il carico esistente dovuto al normale traffico delle auto e dei mezzi agricoli, la scelta dei siti sarà realizzata in modo da evitare transiti attraverso strade o piste interferenti in maniera significativa con eventuali abitazioni che sorgano in prossimità delle strade stesse. Qualora ciò non fosse possibile si adotteranno i ragionevoli criteri di limitazione di ogni forma di disturbo, da valutare caso per caso.

Per la stima del carico da mezzi di trasporto sulla viabilità esistente occorre distinguere le varie fasi di lavoro.

La prima è la fase di costruzione della postazione, della durata di circa 10 giorni lavorativi, ripartiti su di un periodo di circa 20 giorni di calendario.

In questa fase si stima siano necessari da 5 a 10 carichi con autocarro da 30 ton per il trasporto di inerti e altro materiale da costruzione, oltre ad un escavatore ed una motopala.

Al termine dei lavori di perforazione è prevedibile lo stesso carico.

Durante la perforazione si stima siano necessari:

- un trasporto per il materiale da perforazione (bentonite, tubi, cemento, acqua, materiali minori) ogni cinque giorni, per la durata di un mese
- 10 transiti di mezzi leggeri per il trasporto del personale

Altri transiti possono avvenire in maniera sporadica e non quantizzabile.

E' stato preso in considerazione anche l'effetto della contemporaneità dei lavori di perforazione sul carico di traffico.

Infatti è prevista la perforazione di un primo pozzo, il suo completamento con sistema di pompaggio. Dopo l'effettuazione di una prova significativa della durata di circa due mesi si procederà alla perforazione dei rimanenti 5-7 pozzi operando con uno o, al più, due impianti contemporaneamente.

Pertanto il carico viario specifico di cui sopra è relativo ad un solo impianto, è da rapportare -nella situazione più gravosa- all'esercizio contemporaneo di non più di due impianti.

### 3.9 Problematiche di igiene ed aspetti di organizzazione del lavoro

#### *- Alloggi del personale*

Gli alloggi per il personale operativo sono costituiti da containers attrezzati ad uso ufficio.

Il personale si alterna secondo i turni contrattualmente previsti ed il cambio delle squadre avviene direttamente sul cantiere. Pertanto gli alloggi non sono destinati a essere utilizzati né come refettorio, né come dormitori.

Gli impianti per il condizionamento ambientali interno ai containers uso ufficio saranno periodicamente controllati secondo le norme e mantenuti al fine di prevenire rischi connessi con il Morbo del Legionario.

#### *- Rifiuti e fattori connessi*

I rifiuti solidi urbani, in particolare eventuali scarti alimentari, ancorché di modestissima entità, saranno collocati in appositi contenitori stagni e giornalmente trasferiti in quelli appositamente previsti dal Comune o dall'Azienda preposta al servizio di raccolta e smaltimento degli stessi.

Non è previsto immagazzinamento in cantiere di alimenti o prodotti per alimenti.

Inoltre gli uffici di cantiere sono disegnati e costruiti per avere idonea protezione contro l'ingresso della fauna murina e, stante la breve durata dei lavori non si prevede, di solito, con opere di preventivo contenimento della stessa.

Tuttavia, se la durata delle attività dovesse superare il mese previsto, o se se ne verificassero le esigenze, si provvederà a richiedere servizio specifico attraverso compagnie specializzate.

Analoghe precauzioni saranno adottate nel caso di sbancamenti di terreno superficiale durante la fase di costruzione della postazione di sonda.

*- Acque stagnanti*

Non si prevede di disporre vasche con acqua stagnante, se non per il periodo ristretto durante le operazioni di perforazione. Al fine di prevenire focolai di artropodi si provvederà ad effettuare trattamenti chimici preventivi.

*- Servizi igienici di cantiere*

Si prevede un servizio completo da parte di una compagnia esterna per la fornitura dei servizi stessi e per la loro gestione.

*- Linee elettriche*

Le norme di polizia mineraria in vigore impongono di mantenere una distanza minima di sicurezza dalle linee elettriche, ai fini della sicurezza, pari all'altezza massima della torre di perforazione. Tuttavia nel caso di distanza (misurata in pianta) inferiore a 50 metri la norma impone una specifica autorizzazione del Prefetto (art. 60 DPR 128/59). Nel caso in esame riteniamo che sia possibile rispettare il limite di 50 metri da qualunque linea elettrica.

Tale distanza è largamente cautelativa anche dal punto di vista del rispetto del DPCM del 8 Luglio 2003.

#### **4. Tecniche di tubaggio e protezione delle falde idriche**

Le falde idriche, ove significativamente presenti, sono racchiuse nelle formazioni geologiche superficiali, che nella situazione specifica possiamo indicativamente considerare localizzate entro i primi 100-150 metri.

In generale durante la perforazione dei sondaggi il rischio di contaminazione delle falde può avvenire attraverso l'immissione nell'acquifero di consistenti quantità di fango oppure di fluido endogeno.

##### **4.1 Rischio immissione di fango in falda**

Condizione necessaria perché si manifesti la prima delle due citate eventualità è che la formazione penetrata dal sondaggio sia permeabile, e contenga un fluido di strato a pressione inferiore a quella del fango in pozzo.

In tali casi avviene il fenomeno cosiddetto della "perdita di circolazione", cioè il fango risalente dal fondo del pozzo verso la superficie viene assorbito almeno in parte da eventuali formazioni permeabili non isolate dai tubi cementati.

Tuttavia nel caso della perforazione dei sondaggi nel P.R. Fiume Bruna queste condizioni non sussistono perché le formazioni superficiali sono prevalentemente argillose, quindi caratterizzate da bassissima permeabilità. Inoltre l'effetto del fango (e più precisamente dell'acqua libera che si trova nel fango) produce il classico rigonfiamento delle argille, che ha l'effetto di sigillare le zone micro-permeabili e la formazione di un pannello impermeabile nelle pareti del pozzo.

E' bene comunque rimarcare che, qualora si dovessero ugualmente verificare in zone localizzate le condizioni per micro-assorbimento di fango, si tratterebbe di assorbimenti assolutamente insignificanti agli effetti della contaminazione.

Inoltre, essendo il fango costituito da acqua di fiume (o di acquedotto) e bentonite, per le sue stesse caratteristiche non potrebbe dar luogo per nessun motivo a fenomeni di inquinamento.

Si realizza cioè una condizione di sicurezza passiva intrinseca al sistema.

#### 4.2 Rischio immissione di fluido endogeno in falda

La seconda forma di possibile contaminazione (cioè l'immissione di fluido endogeno nelle formazioni sede di acquifero) potrebbe manifestarsi solo se il fluido proveniente dalle formazioni interessate dalla produzione potesse entrare in contatto con le falde acquifere.

Tuttavia i test di produzione sono programmabili, senza possibilità di alternativa, solo dopo che le formazioni al di sopra dello strato di carbone siano completamente isolate mediante le tubazioni di acciaio, e le stesse siano state adeguatamente cementate. Inoltre le condizioni di perforazione di gas implicano depressurizzazione del pozzo con abbassamento del livello idrostatico durante la produzione.

Pertanto a causa di questa differenza di pressione non ci sarebbero neppure le condizioni fisiche per una penetrazione del gas nelle formazioni geologiche sede di acquifero. Anche in questo caso si realizza una condizione di sicurezza intrinseca.

Per maggiori dettagli si rimanda al paragrafo che segue.

#### 4.3 Tecniche di caratterizzazione dei pozzi ed acqua di strato

Una volta terminata la fase di perforazione, ciascun sondaggio deve essere oggetto di prove per verificare la capacità di produrre gas dallo strato di carbone.

Questa prova prende generalmente il nome di "test o prova di produzione", ed avviene immediatamente dopo il termine della perforazione.

Diversamente da quanto avviene nei campi classici ad idrocarburi, il CBM non può liberarsi spontaneamente dallo strato di carbone all'interno del quale è adsorbito. Pertanto l'organizzazione della prova prevede innanzi tutto l'estrazione dell'acqua di strato, potendo il gas liberarsi solo se la pressione idrostatica nel carbone si riduce a valori molto bassi.

Tali condizioni devono essere costantemente mantenute anche durante l'esercizio del pozzo, pertanto la produzione di gas è strettamente connessa a quella dell'acqua di strato.

E' bene precisare che in termini quantitativi la quantità d'acqua estratta è veramente modesta, probabilmente nell'ordine di qualche litro per ora, quindi assolutamente irrilevante sia dal punto di vista geologico che da quello ambientale in genere.

Si tratterà di acqua proveniente da un acquifero profondo e isolato dalla falda superficiale, quindi questo insignificante emungimento non potrà avere influenza sulle falde idriche di interesse antropico.

Qualora invece i due sistemi risultassero connessi da un sistema ad elevata permeabilità, per quanto ciò sia molto improbabile, questo sarebbe un chiaro indice di insuccesso, e quel particolare pozzo non potrebbe comunque essere messo in produzione.

Quindi le prove sui sondaggi esplorativi dovranno fornire fondamentali informazioni su diversi soggetti:

- le capacità produttive di gas dal carbone
- l'interazione tra produzione di acqua e di gas
- le caratteristiche chimiche e la produzione dell'acqua di strato

La conoscenza di questi dati è essenziale per programmare correttamente il futuro esercizio dei pozzi.

Si ritiene che molto probabilmente l'acqua di strato avrà caratteristiche tali da risultare compatibile con l'ambiente, al pari dell'acqua della falda idrica, così da costituire un

utile sottoprodotto della produzione di CBM, eventualmente impiegabile in agricoltura o per altri scopi.

Infatti l'acqua prodotta dagli strati di carbone proverrà a sua volta dai livelli conglomeratici permeabili sottostanti il carbone, i quali affiorano con un'inclinazione di circa 15 gradi nell'area del P.R. in direzione del centro del bacino. Per la loro giacitura e permeabilità essi rappresentano un'agevole via attraverso la quale l'acqua meteorica si infiltra nel sottosuolo.

Qualora la composizione dell'acqua non fosse invece tale da assicurare condizioni di completa compatibilità ambientale, potranno essere studiate altre condizioni di utilizzazione o di smaltimento.

Uno degli obiettivi primari del programma dei lavori nell'ambito del P.R. è appunto quello di fornire indicazioni utilizzabili circa la quantità e la qualità dell'acqua di strato.

#### 4.4 Completamento dei pozzi

Sulla base di quanto sopra i pozzi produttivi dovranno essere "completati" con un idoneo sistema che permetta contemporaneamente sia l'estrazione dell'acqua che la produzione del gas.

Il sistema è concettualmente molto semplice e consisterà nel calare in pozzo una pompa ancorata ad una tubazione, attraverso la quale estrarre l'acqua con determinate modalità.

La produzione del gas è prevista attraverso l'intercapedine tra la tubazione con pompa e l'interno del pozzo stesso. Lo schema è quello già indicato in Fig. 1.4.3-2 ed Allegato 6.

## **5. Fabbisogni di materie prime ed energia in fase di perforazione**

### **5.1 Acqua industriale**

L'attività di perforazione richiede la disponibilità di acqua per la preparazione dei fanghi e delle malte, in quantità correlabile al volume dei singoli pozzi, alla durata dei lavori di perforazione e alle caratteristiche geologiche delle formazioni attraversate.

Pertanto il fabbisogno medio di acqua industriale per singolo pozzo della profondità media di 700m è stimabile in meno di 50 m<sup>3</sup> ciascuno.

Tale volume include anche quello necessario alla realizzazione delle prove di caratterizzazione dei pozzi, essenzialmente prove d'iniezione mirate a stimare la permeabilità delle formazioni del reservoir.

L'approvvigionamento d'acqua avverrà attraverso l'attingimento dall'acquedotto comunale o dal fiume, comunque previa autorizzazione degli Enti preposti.

### **5.2 Energia**

L'energia necessaria all'esercizio dell'impianto e di tutti i servizi di cantiere viene prodotta in loco mediante i gruppi di generazione dell'impianto stesso. I carburanti per l'alimentazione dei motori e dei gruppi elettrogeni vengono approvvigionati tramite autocisterne che attingono presso fornitori autorizzati.

Il consumo massimo di gasolio di un cantiere durante la perforazione è di circa 200 kg/giorno, per un fabbisogno complessivo a pozzo, con riferimento alla profondità media di 700 metri, stimabile in 6.000 kg/pozzo.

### 5.3 Bentonite, cemento ed acciaio

I consumi dei prodotti per la preparazione del fango e delle malte possono essere considerevolmente influenzati dalle condizioni geologiche incontrate.

Tenuto conto delle esperienze precedenti, si possono stimare i seguenti consumi per ogni pozzo:

- bentonite: 4 tons
- cemento per le malte: complessivamente 30 tons, incluso il cemento necessario per il consolidamento dei detriti
- acciaio: il consumo di acciaio è relativo principalmente ai tubi (casing), mentre altre utilizzazioni danno un contributo assai poco significativo. Il fabbisogno di casing ammonta a circa 28 tonnellate, il resto è stimabile in 0,5 tonnellate (scalpelli, testa pozzo e lamiera per lavori di carpenteria vari). Si stima pertanto un totale di 28,5 tonnellate di acciaio per pozzo

## 6. Tecniche di prevenzione dei rischi ambientali nella gestione dell'impianto

### 6.1 Rifiuti dovuti all'esercizio dell'impianto di perforazione

Durante la perforazione è presente sul cantiere un sistema di raccolta differenziata dei rifiuti prodotti, che vengono successivamente smaltiti secondo le disposizioni vigenti in materia. Particolare attenzione viene posta alla raccolta delle tipologie di materiale riciclabile (olio esausto, rottami ferrosi, etc.).

In accordo alla normativa vigente (D.Lgs. 22/97), anche i rifiuti prodotti nella perforazione dei pozzi sono classificabili nelle seguenti tre tipologie:

- a. urbani
- b. speciali non pericolosi
- c. speciali pericolosi

Le quantità di rifiuti da smaltire, con riferimento all'attività di perforazione di un pozzo (profondità media 700m), sono stimabili come segue:

- materiali filtranti, stracci e indumenti contaminati da olio: 15 kg
- materiale per imballaggi: 50 kg
- gomma e gomma-metallo: 200 kg
- legname: ca. 100 kg
- olii esausti utilizzati nei motori: 50 kg

Si tratta necessariamente di una stima fondata su analoghe esperienze precedenti, e relativa alla durata media prevista per la perforazione.

Data la breve durata delle attività di sonda il cantiere non è dotato di strutture importanti ai fini igienici. Sono previsti solo i servizi fondamentali che vengono assicurati da compagnie specializzate, che provvedono alla pulizia dei servizi e al prelievo dei liquami. Pertanto non si prevedono esigenze di smaltimento di reflui liquidi provenienti da docce o altre strutture.

## 6.2 Residui solidi e liquidi del processo di perforazione

Il detrito prodotto dalla frantumazione della roccia, dovuta dall'azione dello scalpello, ha una dimensione variabile da qualche millimetro fino a valori dell'ordine di qualche micron.

La quantità attesa di residui di detriti e fango prodotta per perforare un sondaggio di circa 700 m di profondità è stimabile in 120 m<sup>3</sup> circa.

Di questi, circa il 70% proviene dalla separazione dalla fase liquida attraverso le attrezzature di vagliatura, mentre il rimanente fa parte dell'aliquota non separabile dal fango, pertanto lo si ritrova sotto forma di materiale decantato nelle apposite vasche.

Sono disponibili varie soluzioni da adottare per la gestione del detrito di perforazione, che ovviamente si presenta sempre associato al fango che lo trascina e da cui viene separato attraverso i dispositivi d'impianto predisposti. Generalmente il trattamento della miscela prevede di separare la fase solida da quella liquida attraverso una filtropressa.

Alla fine del ciclo si raccolgono due fasi ben distinte fisicamente: una solida dove sono confluiti i detriti grossolani, quelli fini e la bentonite, l'altra liquida costituita da acqua resa opaca dalla presenza di residui particolarmente fini di bentonite in sospensione.

La fase solida viene sottoposta ad analisi della composizione per verificarne possibilità di riutilizzo, o il tipo di discarica cui conferirla. Stante la ridotta quantità di residuo solido per pozzo, di solito questa ultima è la destinazione finale.

Ove il programma dei lavori lo renda possibile, il residuo liquido può essere riutilizzato anche in altre postazioni per la preparazione di altro fango nel ciclo di perforazione.

Quando il riutilizzo diretto non è possibile, il residuo liquido è conferito ad un fornitore di un servizio di trattamento, che opera mediante impianti mobili o fissi, al fine di chiarificare la fase liquida introducendo in soluzione dei prodotti (solfato di alluminio o

cloruro ferrico) che favoriscono la coagulazione, flocculazione e precipitazione dei solidi molto fini e favorire inoltre l'assorbimento degli ioni residui.

L'acqua così depurata può essere immessa nei corpi idrici superficiali previa analisi per verifica della rispondenza alle norme di legge, e dopo aver ottenuto le autorizzazioni previste.

### 6.3 Emissione di gas

Durante la fase di perforazione le emissioni di gas nell'atmosfera possono avere la seguente origine:

- gas di scarico dai motori diesel azionanti i gruppi elettrogeni o altre utenze possibili
- emissioni di gas del sottosuolo durante la perforazione
- emissioni di gas del sottosuolo durante la fase di produzione

Nel primo caso si deve tener conto che tutti i motori sono gestiti secondo le norme vigenti e hanno emissioni inferiori ai limiti imposti dalla normativa sui motori per installazioni fisse a combustione interna.

La potenza effettiva dell'impianto è stimabile in 50 CV, ne consegue che l'emissione di gas da motori diesel dell'impianto durante la perforazione è del tutto paragonabile all'emissione di un trattore agricolo di piccola potenza, uno dei tanti operanti in ogni stagione nella piana del Fiume Bruna.

Pertanto anche l'emissione e ogni altro aspetto legato a forme di disturbo è da quantizzare nella stessa proporzione. L'immissione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera è quella corrispondente al consumo medio di gasolio per autotrazione indicato al cap. 5.2 ovvero, durante il mese di attività prevista, circa 22 tonnellate.

Nel secondo caso, occorre tener presente che nel corso della perforazione è sempre teoricamente possibile incontrare orizzonti contenenti gas, rappresentati generalmente da anidride carbonica, idrogeno solforato e metano.

Tuttavia nel caso del campo di Fiume Bruna un simile evento è considerato del tutto improbabile, come dimostrano i risultati delle precedenti esperienze di perforazione e di coltivazione della miniera di Ribolla. In ogni caso l'impianto è cautelativamente dotato delle attrezzature per il controllo eruzioni, secondo lo standard petrolifero internazionalmente accettato.

Per un maggiore dettaglio si rimanda alle considerazioni tecniche svolte al capitolo 3.6.

Inoltre le eventuali manifestazioni di gas che dovessero verificarsi potrebbero dare luogo a rilascio di gas limitate al solo tempo necessario a chiudere il pozzo e ad intervenire sulle caratteristiche del fango di perforazione.

Volendo comunque azzardare una stima del volume di gas che verrebbe prodotto in tali situazioni, si potrebbe fare riferimento a quantità inferiori a 1 m<sup>3</sup> per ogni manifestazione. Quindi una simile emissione, ancorché assai improbabile, non può essere considerata in alcun modo significativa in termini di riflessi sull'ambiente.

#### 6.4 Emissione di rumore

Esistono due fonti possibili, una è l'impianto, l'altra è il pozzo.

Per quanto concerne l'impianto, esso è assoggettato alle norme di legge che limitano l'emissione di rumore dalle singole fonti (motori, pompe, argano, componenti ausiliari) per quanto riguarda due effetti:

- verso i ricettori esterni al cantiere
- sull'ambiente di lavoro (cantiere).

Per il primo caso l'impianto deve rispettare norme statali (DPCM del 14.11.97 e del 01.03.91) correlate ad altre definite a livello locale, in funzione delle caratteristiche del territorio in prossimità del cantiere, se agricolo, abitato, industriale, eccetera.

Nel secondo caso sussiste una norma (legge 277/91) che definisce i criteri di limitazione della pressione sonora, ai fini della protezione degli addetti ai lavori nel cantiere. L'impianto e i componenti ausiliari delle compagnie di servizio periodicamente utilizzati sono pienamente conformi a questo complesso di norme.

In base al Piano di Classificazione Acustica del Comune di Roccastrada (PCCA), il territorio entro il quale verrà ubicata la fase pilota del progetto risulta essere interamente collocato in "Classe III – Area di tipo misto".

Per quanto concerne l'ubicazione e le caratteristiche dei ricettori, nella zona in esame si nota l'assenza di ricettori definiti "sensibili", quali scuole, strutture ospedaliere o case di riposo. Si riscontra invece un insediamento con densità di popolazione medio-bassa, limitato a piccoli agglomerati sparsi di edifici ad uso abitativo, ricettivo e/o agricolo, caratterizzato da traffico veicolare locale ed ubicato su una porzione di territorio prevalentemente pianeggiante.

Risultano assenti eventuali discontinuità morfologiche rilevanti, in grado di produrre effetti di abbattimento acustico.

Si fa notare che durante la fase esplorativa del progetto la sorgente principale di rumore sarà rappresentata dall'esercizio delle apparecchiature impiegate per la perforazione dei pozzi.

Allo scopo di fornire una adeguata documentazione di previsione di impatto acustico, si è costruito un grafico dell'attenuazione del rumore in funzione della distanza (Figura 6.4-1), sulla scorta di un recentissimo studio realizzato per conto di una consociata della società Independent Energy Solutions S.r.l.

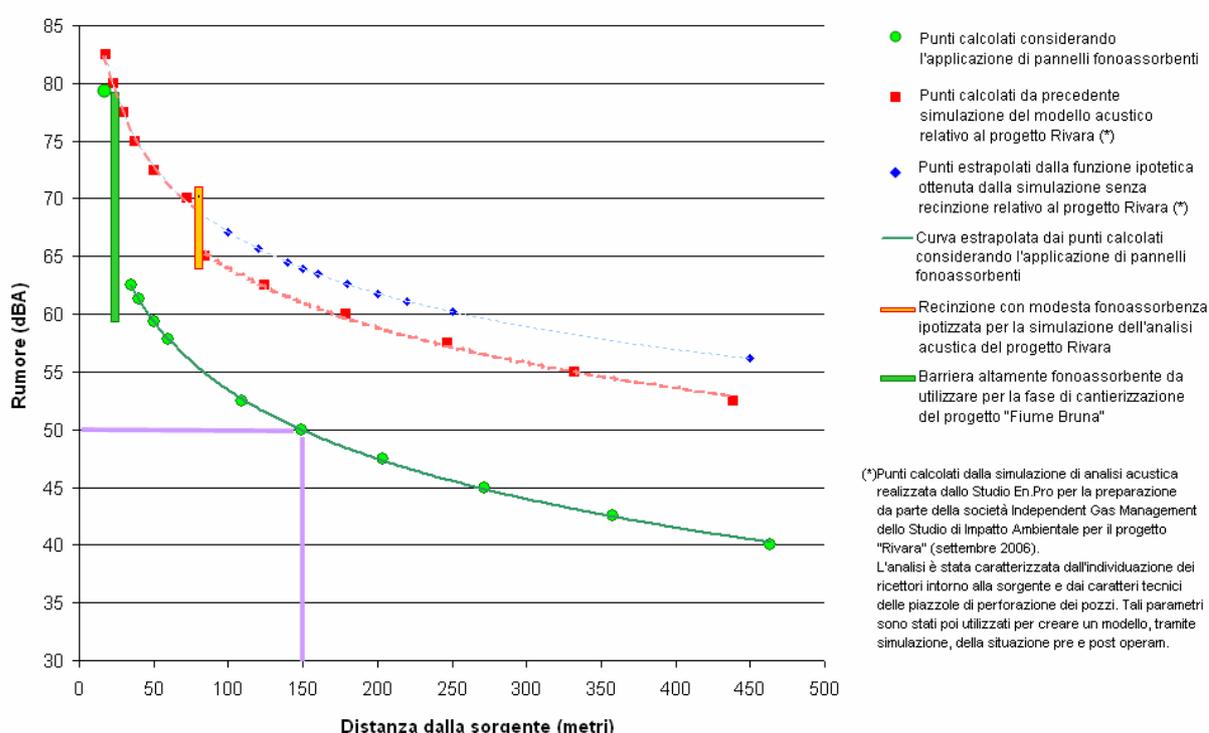


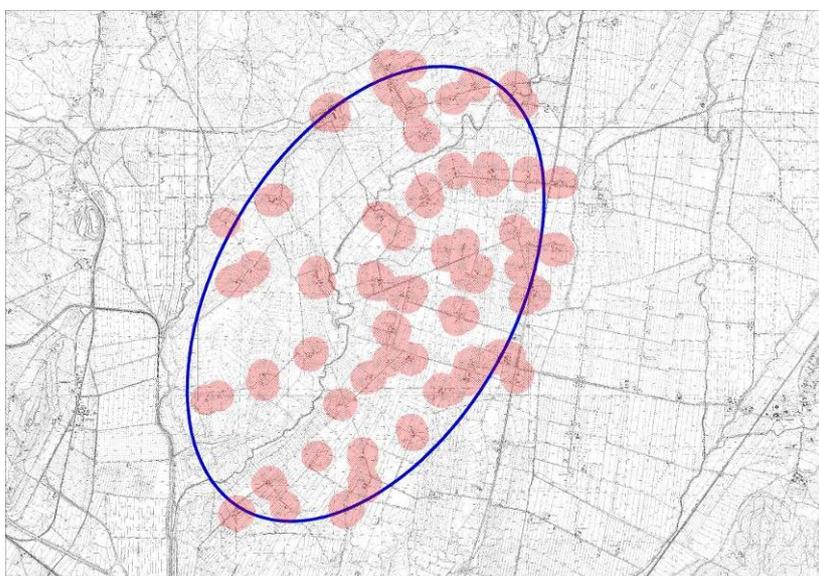
Fig. 6.4-1: Grafico dell'attenuazione del rumore

Nel caso di riferimento era stata presa in considerazione e modellizzata una sorgente di rumore rappresentata da un cantiere di notevoli dimensioni areali (90m x 120m) per la realizzazione di pozzi petroliferi profondi, ed in piena attività di perforazione. In quel caso l'unica barriera volta all'abbattimento del rumore era rappresentata dalla recinzione del cantiere mediante pannelli con modesta efficacia fonoassorbente.

Per contro, nel caso esaminato in questo Rapporto di Impatto Ambientale, gli impianti che verranno impiegati per la realizzazione dei pozzi saranno di dimensioni assai più contenute, come lo saranno anche quelle dei cantieri nei quali opereranno. Inoltre nell'ambito di questo progetto si prevede di mettere in opera opportuni pannelli fonoassorbenti, in posizione conveniente all'interno del perimetro del cantiere.

Benché le specifiche fornite dalle ditte produttrici di tali materiali fonoassorbenti assicurino un abbattimento del rumore pari a circa il 50% per uno spettro di frequenze assai ampio, nel nostro modello si ipotizza conservativamente un'attenuazione meno drastica.

In ogni caso dal grafico si rileva che ad una distanza di 150 metri circa dalla sorgente di rumore rappresentata dal cantiere di perforazione, e conservativamente assunta comparabile per intensità di rumore alla sorgente a quella del cantiere assai più importante citato più sopra, il livello di rumore può diminuire da 80 dB a 50 dB.



**Fig. 6.4-2** Aree di rispetto acustico durante la fase di perforazione

Dal momento che allo stato attuale delle conoscenze non siamo in grado di definire l'ubicazione del pozzo pilota e dei suoi satelliti, abbiamo preferito identificare e cartografare (Fig. 6.4-2, Allegati 8 e 11) le aree di rispetto acustico relative agli agglomerati di edifici sparsi sul territorio. Tali aree sono state costruite come involuppo dei cerchi ciascuno di 160m di raggio, centrati sui singoli edifici.

Sotto queste ipotesi il nostro obiettivo di abbattere significativamente il rumore durante la fase più rumorosa dell'attività appare tecnicamente raggiungibile, il che garantisce la possibilità di operare, se necessario, anche durante il periodo notturno.

#### 6.5 Chiusura mineraria dei pozzi

E' già stato accennato al cap. 3.3 alla tecnica della chiusura mineraria. Questo intervento è richiesto quando un pozzo risulta sterile, o comunque inutilizzabile per uno degli obiettivi per cui era stato perforato.

Scopo della chiusura mineraria è di ripristinare l'isolamento delle formazioni attraversate dal sondaggio, e permettere la rimozione delle strutture di superficie (valvole di testa pozzo) senza pregiudicare l'efficacia dell'isolamento dei fluidi endogeni rispetto alla superficie.

La realizzazione della chiusura mineraria avviene mediante riempimento del foro, almeno a tratti, con malta di cemento di opportuna composizione.

E' buona norma ai fini della sicurezza disporre uno dei tappi di cemento nell'intorno delle "scarpe" dei casing. In alcuni casi è necessario inserire anche speciali attrezzature (packers), atte a garantire con maggiore efficacia rispetto al solo cemento l'isolamento dei fluidi contenuti negli strati sottostanti.

Nel caso dei pozzi nel Permesso di Ricerca Fiume Bruna, dovendo procedere ad operazioni di chiusura mineraria, non si prevede l'utilizzazione di particolari attrezzature stante la semplicità e la non pericolosità del campo.

## 7. Situazione ambientale

### 7.1 Piano paesistico regionale

Nella Regione Toscana il paesaggio trova ampia attenzione sia negli strumenti di pianificazione regionale, in particolare nel Piano di Indirizzo Territoriale (PIT), sia nei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciali (PTCP), sia nei Piani Strutturali a livello comunale (PS), come ribadito nella L.R. 5 del 1995.

Il PIT, approvato nel 2000, suddivide la regione Toscana in quattro aree finalizzate ad individuare zone che presentano alcuni caratteri ricorrenti, sia dal punto analitico che progettuale. Esse sono:

- Toscana dell'Appennino
- Toscana dell'Arno
- Toscana della costa e dell'arcipelago
- Toscana interna e meridionale

Quest'ultima contiene interamente il territorio oggetto di questa istanza.

Per ciascuna di queste aree vengono forniti indirizzi generali, atti ad orientare sia la pianificazione provinciale sia quella comunale. Le dieci provincie della Toscana hanno ormai quasi completamente concluso l'elaborazione dei loro Piani Territoriali di Coordinamento, i quali per legge hanno valore di Piano Paesistico.

In coerenza con gli indirizzi del PIT e dei PTCP, ciascun comune redige il proprio Piano Strutturale, dedicando crescente attenzione alle tematiche del paesaggio come elemento fondamentale di produzione di ricchezza e di consolidamento della identità culturale locale.

## 7.2 Delimitazione dell'area interessata dalle operazioni

L'area oggetto di studio è situata nella Toscana a sud dell'Arno e completamente all'interno della Provincia di Grosseto (Allegato 3).

Il territorio del permesso di ricerca si estende per 267,24 km<sup>2</sup> all'interno di porzioni dei seguenti Comuni:

Grosseto, Scarlino, Castiglione della Pescaia, Massa Marittima, Roccastrada e Gavorrano, dove questi ultimi tre comprendono parte del territorio denominato "Colline Metallifere".

Dal punto di vista cartografico l'area complessiva del permesso di ricerca ricade all'interno dei seguenti quadranti dei fogli dell'I.G.M. in scala 1:25.000 :

- Montepescali: 319, III
- Vetulonia: 318, II
- Gavorrano: 318, I
- Ribolla: 319, IV
- Massa Marittima: 306, II
- Roccatederighi: 307, III

I principali centri abitati presenti nell'area in studio, essendo localizzati in area collinare, non sono interessati dalle operazioni.

Sia le operazioni di prospezione geofisica (linee sperimentali e prima fase d'acquisizione) che quelle di perforazione si svolgeranno esclusivamente all'interno del territorio comunale di Roccastrada (vedi Allegato 4).

In particolare, l'area ristretta d'interesse si trova all'interno dell'ovale riportato in Allegato 5.

Riportiamo di seguito in Fig. 7.2-1 una panoramica della zona interessata dalla fase pilota del progetto.



**Fig. 7.2-1** Panorama da Montepescali

### 7.3 Definizione dell'ambito territoriale e descrizione dei sistemi ambientali interessati dal programma

#### 7.3.1 Utilizzo del suolo, vincoli e zone protette

La zona dell'istanza "Fiume Bruna" comprende la parte settentrionale della pianura di Grosseto, e alcuni bassi rilievi circostanti.

Vi è compresa la parte del medio bacino del Fiume Bruna, che nella seconda metà del 1400 fu destinata dalla Repubblica Senese, senza che peraltro il progetto venisse realizzato, a diventare lago artificiale e peschiera.

Le zone collinari sono situate a quote comprese tra i 100 e i 300 metri, e sono caratterizzate da colture, zone di pascolo o macchia mediterranea. Le quote minime si riscontrano alla pianura, situata a pochi metri di altezza sul livello del mare.

Zone boschive anche estese sono presenti sui rilievi montuosi ad est ed a nord della zona dell'istanza, al di fuori dei suoi limiti.

Nei dintorni del paese di Ribolla c'è stata da metà ottocento fino ai primi anni '60 del novecento una intensa attività mineraria per l'estrazione della lignite picea, che ha lasciato tracce nel paesaggio.

La denominazione di Colline Metallifere deriva dall'intensa attività estrattiva da sempre presente in questo territorio, sia in età antica –si conoscono attività metallurgiche del popolo etrusco- che in età moderna con coltivazioni in sotterraneo, ormai dismesse, di giacimenti di pirite nel Comune di Massa Marittima (miniera di Fenice Capanne) e nel Comune di Gavorrano, coltivazione di torbiere (Ribolla, Comune di Roccastrada). Ad oggi restano ancora attive le coltivazioni a "cielo aperto" di calcare massiccio e calcare cavernoso (Gavorrano, Cava della Vallina) e di diabase (Gavorrano, Cava della Bartolina).

Apprezzatissima (e lo diventa sempre di più, specialmente da parte degli stranieri) è la zona collinosa interna, ove si vanno sviluppando forme nuove di accoglienza, quali l'agriturismo.

Il territorio in oggetto comprende soltanto in minima parte delle aree soggette a vincoli particolari. Infatti le Riserve Naturali "La Pietra" e "Torrente Farma" si trovano appena al di fuori del limite settentrionale del territorio stesso, mentre quello sud-occidentale corre a conveniente distanza dalla Riserva di "Diaccia Botrona". Ancora in via di istituzione è invece l'Oasi Faunistica di Monte Leoni, che comunque si troverà all'esterno del limite sud-est del permesso (Vedi Allegato 6).

Nell'ambito dell'area interessata dal progetto pilota non esistono siti di importanza comunitaria (SIC) , o zone speciali di conservazione (ZSC).

All'interno dell'area sussiste una zona soggetta a vincolo paesaggistico, a protezione di un tratto del corso del Fiume Bruna. Si tratta di uno stretto corridoio che inizia a nord-est della stazione di Gavorrano, comprende la confluenza col Torrente Carsia e termina all'intersezione con la strada statale Aurelia.

Per quanto riguarda i vincoli archeologici nell'area, si rileva che la necropoli etrusca di Vetulonia è situata all'esterno del confine ovest del permesso. E' altresì nota l'area archeologica situata nella pianura sottostante all'abitato di Giuncarico, ed attraversata dalla strada statale Aurelia e dalla linea ferroviaria; vi si trovano la tomba etrusca di Poggio Pelliccia e la necropoli etrusca di S. Germano.

Inoltre la società è a conoscenza che, pur non essendo attualmente protetta da vincolo, esiste in località Selvello, lungo la sponda sinistra del Fiume Bruna tra le confluenze del Fosso Vallone e il Torrente Asina, una zona di insediamento di età etrusca e romana con alcune tombe. Si garantisce l'applicazione di tutte le cautele necessarie per evitare interferenze con tali siti.

Un'area soggetta a vincolo monumentale si trova in località Muccaia. Si tratta di ruderi di una diga eretta dalla Repubblica Senese, al fine di costituire un lago artificiale nell'alto corso del Fiume Bruna.

Una carta con la rappresentazione di tutti i vincoli ed aree di rispetto è riportata in Allegato 11.

### 7.3.2 Ambiente idrico superficiale

I corsi d'acqua nell'area esaminata scorrono principalmente in direzione nord/sud ed ovest/est; nella parte occidentale dell'area scorrono talora in direzione est/ovest.

I principali corsi d'acqua, suddivisi per territorio comunale, sono:

- Castiglione della Pescaia:

Fiume Bruna, Torrente Sovata, Fosso Montalcino, Rio di Buriano e Torrente Rigo

- Gavorrano:

Fosso Rigiolato, Fiume Bruna, Fosso Bizzuchello, Fiume Sovata

- Grosseto:

Fiume Sovata, Fiume Bruna, Fosso Montalcino, Fiume Fossa, Fosso Bandinella.

- Massa Marittima:

Fiume Bruna, Torrente Carsia, Torrente Confiente e Fosso alle Vigne, Fosso dei Noni, Fosso Zanca, Fosso Val di Rena, Fosso Gavosa.

E' inoltre presente un vasto lago di origine carsica, il Lago dell'Accesa Superiore, con superficie di circa 14ha.

- Roccastrada:

Torrente Asina, Torrente Bai, Torrente Rigo, Torrente Fossa, Torrente Venaie, Torrente Ribolla, Fosso Rigomale, Torrente Follonica, Torrente Raspollino e Fosso Vallone, Fosso della Bandinella, Torrente Il Santo.

- Scarlino:

Fosso S. Giovanni, Fosso Rigiolato.

Dal punto di vista idrologico, si riscontrano reticoli idrografici con i seguenti pattern:

- dendritico (il più rappresentato)
- sub-dendritico
- sub-parallelo

Altri tipi di tracciati fluviali, nell' area in oggetto, possono essere:

- rettilinei:

si osservano generalmente impostati lunghi una faglia o una frattura rettilinea e in tipi litologici ad elevata coerenza, che impediscono al corso d' acqua di assumere un percorso meno irregolare.

- irregolari:

si presentano tortuosi ed irregolarmente sinuosi; le cause più evidenti sono: discontinuità litologica e tettonica, intreccio tra l'attuale sistema morfo-climatico con le forme e le paleoforme del rilievo, variazioni di portata, variazione della copertura vegetale. L'erosione lineare, rispetto alla deposizione nella dinamica fluviale, è prevalente su tutto il territorio a nord, mentre a sud prevale la deposizione.

## 7.4 Suolo e sottosuolo

### 7.4.1 Caratterizzazione geomorfologica

L'area oggetto di studio presenta rilievi e forme morfologiche dolci, definibili di bassa collina, ad energia di rilievo modesta nella parte nord-occidentale, mentre passa a zone di pianura alluvionale nella parte sud-orientale, con energia di rilievo praticamente nulla e talora con difficoltà di drenaggio. Il territorio è molto articolato, complesso e variabile nelle sue forme più caratteristiche. In linea generale possiamo suddividere tale territorio in due parti morfologicamente collegate e allo stesso tempo molto diverse.

I settori settentrionale (a sud di Massa Marittima) e quello centro-occidentale (Gavorrano – Il Monticello 388 m s.l.m.) sono caratterizzati dalle quote altimetriche più elevate, con una idrografia fortemente sviluppata e un tessuto vegetale spesso rigoglioso. Il settore meridionale, invece, è caratterizzato prevalentemente da aree di pianura alluvionale, con difficoltà di drenaggio (confluenza Fiume Bruna e Torrente Sovata – 2 m s.l.m.) e dove l'attività antropica dominante è l'agricoltura. La morfologia degrada da nord verso sud, dove si riscontrano le quote più basse in corrispondenza del Fiume Bruna.

Di seguito saranno descritti i principali fenomeni gravitativi presenti all'interno dell'area in studio.

#### Forme e processi di versante

Le forme ed i processi di versante hanno, come azione predominante, la forza di gravità.

Sono stati distinti in:

- Dissesti attivi (frane in generale): Tutti i fenomeni di caduta ed i movimenti di masse rocciose o di materiali sciolti, come effetto prevalente della forza di gravità. Si distinguono in "di crollo" -consistono nel distacco improvviso di masse di roccia da pareti assai ripide o anche strapiombanti-, "di scivolamento" -avvengono lungo una

superficie di discontinuità preesistente inclinata, per lo più costituita da una superficie di strato-, "con movimento rotazionale" -avvengono con la neoformazione di superfici di taglio curve entro materiali semicoerenti o pseudocoerenti, quando viene superata la resistenza al taglio dei materiali stessi.

In particolare si riscontrano frane rototraslative con superficie di scivolamento poco profonda e che interessano prevalentemente le successioni conglomeratico-sabbioso-argillose del Neoauctono, e le formazioni prevalentemente argillitiche preneogeniche.

- Dissesti attivi (frane roto-traslative): Si manifestano nei terreni ad abbondante contenuto di argilla o di argilliti.
  
- Aree interessate da fenomeni di dissesto attivo diffuso: sono per lo più provocate da ammolimento di masse argillose ad opera dell'acqua; i dissesti sono di limitata entità ed il movimento è di tipo fluido-viscoso.
  
- Aree interessate da fenomeni di dissesto della coltre superficiale: assimilabili al precedente tuttavia meno marcati e più superficiali.
  
- Frane di crollo
  
- Mobilitazione massi (rotolamento per azione erosiva)
  
- Massi sottoposti a rotolamento per azione erosiva selettiva
  
- Area sottoposta a denudamento della coltre superficiale: si intendono tutti quei fenomeni che, allontanando i materiali di copertura, tendono a mettere a nudo la roccia sottostante. Alcuni di questi fenomeni possono rimuovere anche una parte non ancora alterata della roccia e provocarne direttamente la demolizione, specialmente se la roccia ha già scarsa coesione.
  
- Scarpate / rotture di pendenza

- Soliflusso: dal punto di vista meccanico può essere assimilato al colamento lento di una massa fluida molto viscosa. Per verificarsi non richiede forti pendenze (inclinazione minima sui 5°) ed è proprio dei suoli ricchi di limo ed argilla, capaci di imbevversi d'acqua. Si riconosce per il formarsi di colate, lobi, terrazzette ed increspature del terreno; la coltre erbosa, se presente e continua può non rompersi e tuttavia lasciare vedere con le sue deformazioni questi movimenti.
- Geomorfologie legate a processi dovuti alle acque superficiali:  
Esaminando le forme, i processi ed i depositi che hanno nelle acque superficiali l'agente predominante di trasporto si possono riscontrare in questo territorio:
- Torrenti con erosione aggressiva: in generale nei corsi d'acqua in cui nella dinamica fluviale l'erosione lineare è assolutamente prevalente rispetto alla deposizione.
- Contatti alluvioni-substrato: indicano il contatto stratigrafico e l'appoggio delle alluvioni, sia recenti che terrazzate, sul substrato sia neogenico che preneogenico.
- Fenomeni di erosione laterale: posizionate lungo il corso dei fossi in erosione, danno luogo allo scalzamento delle sponde tendendo a fare arretrare le scarpate e a modificare il corso del fiume;
- Aree calanchive: diffusi in aree collinose a prevalente componente argillosa, sono attribuibili all'azione dell'acqua piovana sulle lamelle staccate dal disseccamento.
- Aree sottoposte ad erosione per ruscellamento prevalentemente lineare: vi è una forte concentrazione del flusso superficiale in rivi dotati di portata e velocità di corrente elevate: l'acqua provoca un'erosione lineare accentuata, scava fossi e calanchi, che tendono ad allungarsi e a ramificarsi attraendo a sé l'acqua che scorre nell'area circostante
- Aree sottoposte ad erosione per ruscellamento prevalentemente diffuso: si manifesta quando ha carattere prevalentemente estensivo.

- Forme terrazzate: superfici pianeggianti di origine fluviale delimitate da scarpate risultate da successiva erosione.
- Superficie terrazzata inclinata: indica la degradazione plano-altimetrica della superficie terrazzata.

#### 7.4.2 Stratigrafia

L'area in studio è caratterizzata da una sequenza di terreni di origine ed età assai diverse, mostranti una linea evolutiva genetica dei complessi rocciosi sicuramente collegabile a quelli che sono stati i processi geodinamici che hanno interessato gran parte della Toscana meridionale (Vedi Allegato 9).

In particolare, la sequenza di formazioni rinvenibili in affioramento mostra la presenza di terreni di età triassica e pre-triassica direttamente a contatto con complessi rocciosi prevalentemente di età Cenozoica. La stratigrafia della zona dell'Istanza è conosciuta nel dettaglio anche grazie alla presenza di strati di lignite picea, che ha attirato l'interesse accademico ed industriale per più di un secolo.

Benchè entro questo territorio non siano mai stati perforati pozzi di esplorazione per idrocarburi o di ricerca geotermica, esistono nella parte settentrionale dell'Istanza, a sud della linea di affioramento del banco principale di lignite, numerosi pozzi di esplorazione o coltivazione mineraria. Alcuni pozzi di ricerca d'acqua a scopo agricolo sono stati di recente perforati fino alla profondità di circa 100 metri al limite meridionale dell'area dell'istanza.

La stratigrafia dei terreni affioranti è invece frutto di decenni di osservazioni e rilevamenti di superficie, ad opera dei geologi dell'Industria Mineraria, delle Università toscane e del Servizio Geologico Nazionale.

La stratigrafia della zona può essere schematizzata come segue, indicando le successioni stratigrafiche principali:

- Basamento Toscano della Montagnola Senese
- Serie Toscana Ridotta
- Sequenza alloctona di tipo Ligure
- Sequenza Mio-Pliocenica.

Quest'ultima comprende i terreni di interesse per la ricerca di idrocarburi gassosi, e su di essa si concentra la nostra attenzione nell'ambito di questo documento.

La successione Miocenica inizia (dal basso) con una potente formazione conglomeratica che si presenta in affioramento e in sottosuolo marcatamente arrossata, seguita verso l'alto da un complesso di natura prevalentemente argillosa o marnosa, di ambiente lacustre e continentale, di età Messiniana.

Alla base essa comprende strati spessi anche 6 metri e più di lignite picea, e verso la sommità strati sabbiosi dotati di continuità laterale.

La successione Miocenica termina verso l'alto con una serie a carattere evaporitico, comprendente lembi calcarei e sedimenti argilloso-gessosi.

Al di sopra del Miocene, limitatamente alle zone strutturalmente più basse, si trova la successione Pliocenica, costituita da una serie clastica prevalentemente trasgressiva a carattere marino. Essa è costituita dal basso verso l'alto da conglomerati poligenici, sabbie fossilifere ed argille alternate, e da una formazione marnoso-argillosa di età Pliocenica Inferiore.

#### 7.4.3 Struttura

L'assetto strutturale di questa zona è il risultato di quel complesso di fenomeni che hanno interessato il bacino tirrenico durante l'orogenesi alpina i quali, con l'instaurarsi di una o più fasi tettoniche di corrugamento, hanno generato la sovrapposizione di più complessi tettonici e la formazione della catena appenninica.

La struttura principale presente nell'area in esame è sostanzialmente un Graben

asimmetrico, limitato a ovest da una faglia normale con un importante rigetto, che limita gli affioramenti del basamento toscano del rilievo del Monte Leoni. Le pendenze strutturali prevalenti all'interno del Graben sono verso sud-ovest.

All'interno del Graben è distinguibile una vistosa ondulazione (vedi l'interpretazione della parte superficiale della sezione sismica della linea CROP3, Fig. 7.4.3-1), la cui prosecuzione verso nord-ovest è mappata anche in superficie e nei lavori minerari della zona di Ribolla.

Si tratta probabilmente di una struttura transpressiva contenuta e singenetica con il semi-Graben stesso.

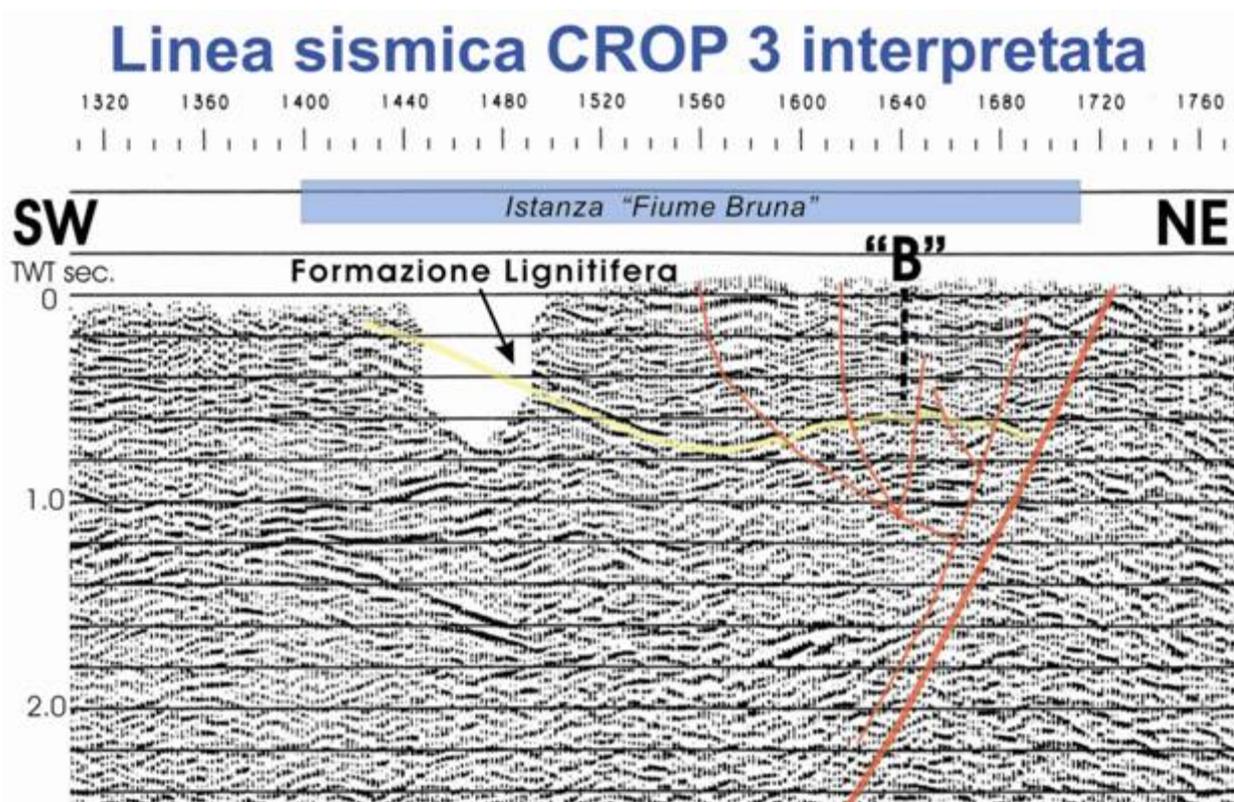


Fig. 7.4.3-1: Interpretazione della parte superficiale della linea CROP 3

Tale struttura potrebbe costituire una trappola convenzionale ed in linea teorica, ma solo nell'ipotesi che le formazioni più superficiali rappresentassero una copertura impermeabile in grado di impedire la dispersione verticale del gas, tale trappola

potrebbe essere eventualmente interessata da un giacimento di gas di tipo convenzionale, presumibilmente localizzato negli strati sabbiosi situati al di sopra della formazione lignitifera, che agisce anche da roccia madre per tale gas.

Per quanto riguarda invece il CBM, esso non si trova solo in trappole strutturali, ma dovunque ci siano le condizioni di intrappolamento del gas nel carbone, fenomeno che si manifesta a livello di microporosità. Di conseguenza il CBM può essere prodotto economicamente in qualsiasi posizione strutturale.

In questo caso, la struttura a semi-Graben garantisce che il carbone si trovi a profondità sufficiente almeno nella parte più profonda di essa.

#### 7.4.4 Caratterizzazione idrogeologica

La zona pianeggiante è caratterizzata dalla presenza di numerosi quanto trascurabili acquiferi superficiali, corrispondenti a discontinue intercalazioni sabbiose nei terreni alluvionali di pianura. Acquiferi più importanti sono invece ospitati in intercalazioni sabbiose più o meno continue, situate a profondità di alcune decine di metri.

Le colline sono invece costituite dai terreni della coltre alloctona, che risulta nel suo complesso totalmente impermeabile, e dalla formazione del Macigno, similmente poco permeabile.

Si conosce un acquifero di importanza locale, costituito da rocce conglomeratiche mioceniche che costituiscono il letto stratigrafico della formazione lignitifera. Tale conglomerato immerge in generale verso sud, sotto la piana.

La rilevanza di questo acquifero risiede nella possibilità che i conglomerati costituiscano una via preferenziale di penetrazione dell'acqua dolce in profondità fino alla lignite, e che quindi favoriscano la generazione di gas biogenico all'interno della stessa lignite.

#### 7.4.5 Unità litostratigrafiche affioranti

L'assetto attuale della zona del P.R. Fiume Bruna si inquadra nella storia dell'evoluzione geologica della Toscana meridionale. Vi si riconoscono infatti molti dei principali eventi tettonici, come pure le successioni delle unità sedimentarie principali, in particolare quelli relativi all'evoluzione dei sistemi di pianura più recenti.

Le unità strutturali affioranti nei rilievi appartengono al substrato paleozoico (Verrucano) delle Unità Metamorfiche Toscane, a cui sono sovrapposti i sedimenti evaporatici del Triassico Superiore ed i sedimenti carbonatici dal Cretacico al Triassico Superiore delle Unità Toscane. Si hanno poi lembi delle Unità Liguri (formazioni della Unità ofiolitica della Toscana Meridionale), e soprattutto delle Unità Sub-Liguri. Seguono i terreni marini neo-autoctoni e quelli continentali post-Villafranchiani che costituiscono la pianura.

Nel territorio interessato dal P.R. Fiume Bruna affiorano le seguenti unità litostratigrafiche:

##### - Detriti di falda

Le coltri detritiche contornano alcuni versanti, in particolare quelli nelle formazioni che risultano degradabili per l'azione degli agenti esogeni. Tali coltri detritiche si presentano generalmente ben raccordate al versante retrostante. La loro formazione è da mettere in relazione, dopo aver subito l'azione di attacco chimico o fisico delle acque e delle escursioni termiche, con l'azione di trasporto ad opera della forza di gravità formando falde detritiche dotate di sufficiente continuità laterale, oppure ad opera delle acque incanalate.

Se queste ultime da un lato rappresentano la causa d'instabilità del versante alimentatore per scalzamento alla sua base, dall'altro sono il mezzo di trasporto dei detriti che in corrispondenza di brusche diminuzioni della pendenza favoriscono la formazione di corpi di conoide.

Dal punto di vista sedimentologico le coltri detritiche sono costituite da clasti di dimensioni varie, con diametro oscillante tra il centimetro e la decina di centimetri, immersi in una matrice sabbioso-argillosa.

In relazione alla fonte di alimentazione, quando nel detrito prevalgono clasti di natura calcarea, le acque di percolazione si arricchiscono di bicarbonati disciolti, e la successiva azione di precipitazione degli stessi -alla variazione delle condizioni di temperatura e pressione- ha determinato una discreta cementazione dei clasti, conferendo localmente alla breccia un aspetto litoide.

- Detriti di disfacimento delle ignimbriti

Si tratta di un deposito con clasti e blocchi derivanti esclusivamente dal disfacimento delle vulcaniti, immersi in una matrice di tipo sabbioso dal punto di vista granulometrico.

- Alluvioni di natura argillosa

Si tratta di depositi di età attuale e recente, di origine fluviale, cartografabili nel settore centro-orientale della piana alluvionale alimentata da corsi di una certa importanza idrologica come Torrente Rigo, Fosso della Banditella e Torrente Bai.

Dal punto di vista granulometrico, tali depositi sono costituiti da sedimenti fini tipo argilla e limo. Il loro grado di cementazione è basso, anche se può aumentare con la profondità.

- Alluvioni di natura sabbiosa

Si tratta di depositi di età attuale e recente, di origine fluviale, cartografabili nel settore centro-orientale della piana alluvionale di Ribolla, tra il paese omonimo e quello di Sticciano Scalo. Di norma costituiti da sabbie limose prevalenti, con presenza di scheletro in percentuali a volte molto alte. Sono morfologicamente distinguibili in quanto talora poste in leggero rilievo rispetto alla pianura.

- Alluvioni di natura mista

Le valli dei corsi idrici sia principali che secondari presentano coperture costituite da depositi granulometricamente eterometrici, in senso laterale e verticale. Tali depositi

si presentano mal cementati, ma il grado di cementazione può accentuarsi con la profondità ed all'aumentare della componente argillosa. Lo spessore di tali depositi può in certi casi assumere valori importanti (nell'ordine di una decina dei metri), specialmente nelle aree più centrali dei fondovalle, e in particolare nella parte bassa della piana di Ribolla.

- Alluvioni conglomeratiche sciolte o debolmente cementate

Si tratta di sedimenti sciolti o debolmente cementati di materiale di origine fluviale di età quaternaria, terrazzati in più ordini di terrazzo.

Si ritrovano in affioramento ai bordi dei fondovalle, spesso a quote ben maggiori di quelle a cui è attualmente posto l'alveo del corso d'acqua di riferimento. La matrice terrigena è di tipo sabbioso-argilloso di colore rossastro, a volte molto intenso, per effetto dell'ossidazione degli elementi metallici. Gli strati più superficiali a diretto contatto con gli agenti esogeni si presentano alterati e spesso mal cementati, tuttavia il grado di cementazione può aumentare con la profondità.

A questo gruppo litologico sono riferibili anche i terrazzi conglomeratici debolmente cementati, con ciottoli che derivano esclusivamente dal gruppo delle formazioni del Verrucano. Questi terrazzi, morfologicamente posti in modo simile a quelli sopra menzionati, sono distinguibili da quest'ultimi solo per la natura dei clasti, ed affiorano ben evidenti presso l'abitato di Sticciano Scalo.

La natura dei clasti è senz'altro da collegarsi ad un apporto da parte dei corsi d'acqua locali di materiale proveniente dalle colline dello sticcianese, dove appunto affiorano per alcuni chilometri le formazioni del gruppo del Verrucano.

- Vulcaniti

Le rocce magmatiche sono rappresentate per la massima parte da vulcaniti riolitiche che, con affioramenti discontinui di variabile estensione, occupano la zona compresa fra Roccatederighi, Roccastrada e Torniella. L'età relativa all'intero complesso si aggira intorno ai 2,3 milioni di anni. In molte aree, cartografabili come detriti delle vulcaniti, si osservano massi isolati o comunque rocce vulcaniche che non hanno nessun rapporto stratigrafico con il corpo magmatico principale e poggiano direttamente sui terreni del Neautoctono tardo-pliocenico.

Sono qui di seguito raggruppate le unità litostratigrafiche attribuite complessivamente al Neo-autoctono, che corrispondono a sedimentazione recente e costituiscono il sistema della pianura e dei fondovalle minori.

- Sabbie e ciottolame di Monticiano

Questi sedimenti sono di incerta posizione cronostratigrafica, in quanto sono privi di fossili significativi o quantomeno il loro contenuto microfaunistico é limitato. Per correlazioni e analogie di natura litologica essi vengono interpretati come il risultato di episodi di deposizione fluviale o marina, avvenuti tra la fine del Pliocene e l'inizio del Quaternario.

Sono costituiti da sabbie gialle derivanti dal disfacimento delle quarziti del Verrucano, con abbondanti ciottoli di anageniti e quarziti. Talora le sabbie sono di colore bianco e sono esclusivamente di natura silicea.

- Marne, Argille, Argille Sabbiose ed Argille Grigio-azzurre

Si tratta di una formazione costituita da marne, argille di colore prevalentemente grigio chiaro oppure grigio-azzurro, con lenti ed orizzonti sabbiosi ed elementi sciolti di puddinga; talora ricche in macrofaune riferibili ad un ambiente marino profondo del Pliocene inferiore.

Tali sedimenti rappresentano il deposito più esteso e più spesso del ciclo di sedimentazione marina iniziato nel Pliocene Inferiore, evolutosi rapidamente in facies di mare profondo, come testimoniato dalle caratteristiche sedimentologiche e granulometriche dei sedimenti. Lo spessore di tale formazione è stato stimato intorno ai 150 metri, ma localmente è molto variabile fino ad annullarsi.

- Sabbie ed Arenarie

Costituite da sabbie e arenarie debolmente cementate di colore giallo-arancio a grana medio-grossa, prevalentemente mal stratificate, che contengono localmente un'alta percentuale di fillosilicati e carbonati.

Dove si apprezza la stratificazione, i banchi hanno spessori variabilissimi da pochi centimetri ad alcuni metri. All'interno di questa unità si intercalano lenti di microconglomerati poligenici, fortemente cementati in banchi di un metro di spessore. L'età attribuita alla formazione in base al contenuto sia micro- che macrofaunistico è Pliocene Inferiore.

- Conglomerati Poligenici (C. di Montebamboli)

Si tratta di sedimenti detritici della fase trasgressiva di apertura di un ambiente marino instauratosi nel Pliocene, e che successivamente si è evoluto ad ambiente più profondo, come descritto più sopra.

Dal punto di vista sedimentologico si presentano sotto forma di conglomerati incoerenti a cemento sabbioso ed argilloso, con stratificazione mal distinta. La natura litologica dei ciottoli è data da calcari silicei, calcari marnosi, diaspri e rocce verdi. La loro forma arrotondata e spesso appiattita indica la sedimentazione e il modellamento tipico di un ambiente marino.

Tale formazione affiora in corrispondenza della parte bassa dei rilievi collinari del comune di Roccastrada e nella parte settentrionale della piana di Ribolla. Lo spessore di tale unità litologica è molto variabile, come sono molto variabili i rapporti stratigrafici con le altre formazioni plioceniche marine, spesso caratterizzati da rapporti di eteropia di facies.

- Argille Grigio-chiare

Argille di colore grigio chiaro, spesso fogliettate da veli sabbiosi, con intercalati straterelli arenacei o con letti di ciottoli. Il contenuto fossilifero caratterizzato da microfaune marino-salmastre, unitamente alle strutture sedimentarie rilevate in campagna, permette di classificare questo tipo di formazione tra quelle di transizione tra la sedimentazione lacustre e quella caratterizzata dalla prima ingressione marina nel continente, nell'ambito della parte alta del Miocene Superiore.

- Gessi

Formazione costituita da argille sabbiose prevalenti sulle altre litologie. Molto spesso la componente sabbiosa prevale ed allora si passa a sabbie più o meno argillose,

presenti soprattutto in prossimità dell'abitato di Sassofortino. All'interno della frazione più argillosa spesso si trovano numerosi cristalli di gesso.

Bancate di gesso sono rinvenibili all'interno di questa formazione intercalate alle frazioni argillose, sabbiose a talora conglomeratiche.

- Calcari, breccie e conglomerati

I conglomerati sono costituiti da ciottoli di natura eterogenea, con dimensioni di circa 3-5 cm di diametro, immersi in una matrice argilloso-sabbiosa rossastra.

Le breccie hanno i clasti della stessa natura dei conglomerati, mentre i calcari di colore giallo chiaro si presentano spesso come calcareniti fossilifere con microfaune tardo-mioceniche di ambiente lacustre. Questa unità litologica affiora in modesti affioramenti nella valle del Torrente Bay.

- Marne ed Argille Lacustri Lignitifere

Trattasi di marne, argille e argille sabbiose di colore grigio-marroncino, biancastre se alterate, raramente ricche di contenuto microfossilifero riferibile al Miocene Superiore e di ambiente lacustre. Esse affiorano tra i sedimenti del Neo-autoctono miocenico, in prossimità dell'alta piana di Ribolla.

Lignite è il nome comune dato al carbone fossile appartenente all'età secondaria e terziaria che, per la sua formazione più recente rispetto a quello delle altre ere, non possiede mai un grado di carbonizzazione veramente completo, non è di conseguenza molto pregiata.

Vi sono varie classificazioni della lignite che la differenziano per importanza a seconda del contenuto di carbonio e quindi delle potenzialità caloriche. Tra le più pregiate ci sono: la lignite xiloide e la lignite picea. A quest'ultima classificazione appartiene la lignite che si estraeva a Ribolla.

La lignite picea prende il nome dal suo colore bruno, ed è considerata la migliore per la sua bassa acidità, per un tenore di acqua che è sotto il 20% e specialmente per il suo maggiore potere calorico, con una quantità di ceneri del 10%, era di circa 5/6000 chilocalorie per ogni chilogrammo.

La lignite picea di Ribolla è dura, compatta, di buona qualità, col 50-70% di carbonio ed un basso tenore di zolfo (inferiore al 2%). Le sostanze volatili sono presenti in quantità del 35% circa, con conseguente possibilità di impiego della lignite per la produzione di gas.

- Conglomerati Poligenici Rubefatti

Questi conglomerati sono costituiti da ciottoli di natura eterogenea con dimensioni di circa 3-15cm di diametro, in una matrice argilloso-sabbiosa rossastra.

Talvolta i conglomerati hanno una patina di alterazione superficiale nerastra. Un esempio di quanto sopra è dato dall'affioramento in prossimità del settore occidentale dell'abitato di Ribolla, dove i conglomerati affiorano per uno spessore di almeno dieci metri e sono associati a lenti di sabbia e argille sabbiose.

#### 7.4.6 Bacino lignitifero di Ribolla

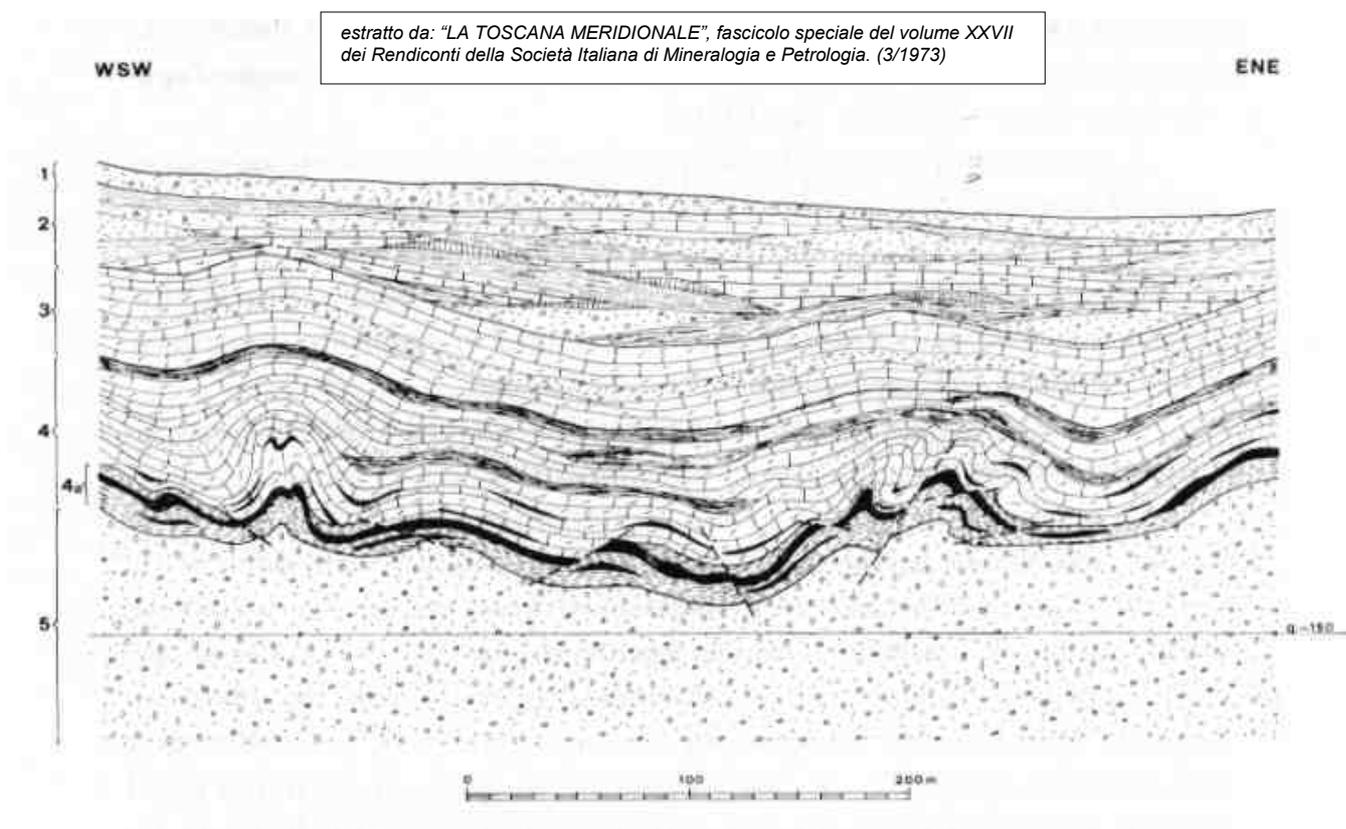
Vaste zone della Toscana sono occupate da sedimenti neogenici, con estese aree ove prevalgono facies di ambiente continentale comprendenti formazioni lignitifere di entità e caratteristiche variabili. In particolare, nella Toscana meridionale i depositi di lignite si trovano in facies palustri del Miocene Medio-Superiore, come nel caso del bacino di Ribolla, oggetto di questa ricerca.

Il suddetto giacimento, oggetto di attività estrattive per un periodo di oltre un secolo (1830-1955), consiste in un banco principale di lignite picea dello spessore medio di circa 6 metri, disposto a sinclinale, ma variamente disturbato da numerose pieghe secondarie, e dislocato da un discreto numero di faglie a debole rigetto.

Già ai tempi della Relazione del Servizio Minerario del 1892, era noto che il bacino presentava banchi di lignite molto irregolari, spesso in verticale. Il giacimento era costituito da numerosi lembi, intercalati da zone sterili, con ingrossamenti e restringimenti del banco.

Tutte queste considerazioni sono state successivamente suffragate dall'esperienza acquisita durante la coltivazione mineraria. Ad aggravare l'irregolarità del banco lignitifero ed a creare difficoltà tecniche per la sua coltivazione, intervennero le forti pressioni delle argille e delle marne entro le quali il banco è compreso, unite al continuo pericolo dell'autocombustione e degli scoppi di grisou.

La Figura 7.4.6-1 fornisce una rappresentazione schematica della situazione strutturale e stratigrafica del bacino lignitifero miocenico di Ribolla.



1. Depositi alluvionali recenti.
2. Argille e marne gessifere (Formazione gessoso - lagunare).
3. Marne a fauna salmastra con livelli a sabbie e conglomerati.
4. Marne, argille e sabbie con fauna sia salmastra che dolcicola (Formazione marnoso-lagunare) con alla base episodi argilloso-palustri (4a) comprendenti gli strati di lignite (in nero).
5. Formazione sabbioso-conglomeratica d'estuario.

NB: Il conglomerato basale è trasgressivo sui terreni alloctoni del Flysch Liguride, non ricadenti nella figura.

**Fig. 7.4.6-1** Sezione geologica attraverso il bacino lignitifero di Ribolla

La storia geologica del bacino di Ribolla s'inizia con l'ingressione marina di età miocenica, rappresentata da una formazione sabbioso–conglomeratica basale d'estuario, depositatasi sui terreni alloctoni del Flysch Liguride.

Segue una facies lagunare a marne, argille e sabbie con fauna sia salmastra che d'acqua dolce (formazione marnoso – lagunare del Miocene Medio–Superiore). Questa facies lagunare comprende, nella sua parte basale, un episodio palustre determinato da un'azione di colmatazione, con apporto di detriti argillosi e con instaurazione di una facies euxinica nella quale si verifica, in alternanza col deposito di argille, l'accumulo dei resti vegetali che daranno origine al banco di lignite (formazione argillosa palustre).

Si verifica intanto un abbassamento del bacino, che procede in maniera discontinua producendo le pieghe e pieghe–faglie che interessano in maniera pervasiva il livello lignitifero oggetto di questa ricerca.

A questo stadio segue l'instaurazione di un ambiente lagunare francamente salmastro, probabilmente dovuto ad una nuova debole ingressione marina, con formazione di conglomerati, sabbie e marne a fauna salmastra.

Un successivo isolamento delle acque di mare aperto provoca infine il depositarsi di argille e marne gessifere in ambiente semi-evaporitico (formazione gessoso–lagunare).

Su quest'ultima formazione giacciono in discordanza i depositi alluvionali recenti. La sinclinale in cui è foggata la formazione lignitifera di Ribolla ha un andamento grosso modo nord ovest – sud est, con immersione dell'asse verso sud – est.

## 7.5 Vegetazione e fauna

La vegetazione del territorio risulta alquanto varia ed eterogenea in relazione alla variabilità geologica e geomorfologica.

Dal punto di vista fisionomico, il paesaggio vegetale può essere suddiviso in tre aspetti principali:

- prettamente agricolo delle pianure
- agricolo-forestale delle aree collinari
- dominato dai boschi delle zone collinari e montane

Nella piana alluvionale del Fiume Bruna, tra Sticciano e Ribolla, il paesaggio vegetale è caratterizzato dai coltivi. Tra i campi ben squadrati e drenati da fossati artificiali non resta più traccia della vegetazione originaria, che doveva essere caratterizzata fino a pochi secoli fa da boschi di olmo, frassino meridionale e altre piante igrofile.

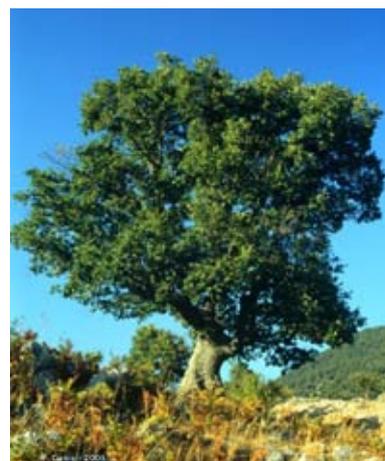


Fig. 7.5-1 Roverella

Tra gli alberi, insieme a specie autoctone, quali la roverella (Fig. 7.5-1), la sughera (Fig. 7.5-2) e il pioppo nero (Fig. 7.5-3), ne troviamo numerose esotiche, quali i cipressi, la robinia, gli eucalpti e l'ailanto, nonché altre estranee all'ambiente, quali il pino domestico o il pino d'Aleppo.



Fig.7.5-2 Sughera

Nella zona di Monte Lattaia sono presenti imponenti resti di una coltura di querce da sughero. In passato si trattava di piantagioni di querce su terreno ben coltivato e utilizzato a pascolo. Oggi tale coltura è stata abbandonata ed ampie fasce di sughereta sono state estirpate e trasformate in seminativi, salvando strette strisce che fungono da frangivento.

Nel sottobosco, non più curato, si è sviluppato un arbusteto folto dominato da rovi, eriche e ginestra dei carbonai. Il fuoco trova facile esca in questa vegetazione intricata e ogni anno porzioni considerevoli di sughereta sono preda di incendi.

L'aspetto prevalentemente forestale si estende, nella parte settentrionale del territorio, nell'area collinare tra Montemassi e il torrente Follonica, lungo la val di Farma e nelle pendici del Monte Alto e del Sassoforte; nella parte meridionale, sulle pendici nord-orientali del Monte Leoni.



Fig. 7.5-3 Pioppo nero

Si tratta per lo più di vegetazione naturale nella quale l'intervento dell'uomo è stato per secoli limitato al taglio.

Non mancano tuttavia colture di specie esotiche come ad esempio le piantagioni di pino nero su coltivi abbandonati.

In altri casi l'uomo ha favorito alcune specie considerate più pregiate già presenti nella flora del territorio, talora eliminando semplicemente le altre specie legnose presenti nei bosco, come ad esempio per la maggior parte dei castagneti e delle sugherete. In relazione al substrato, all'altitudine, all'esposizione, la vegetazione può assumere aspetti assai diversi.

L'aspetto di vegetazione boschiva naturale più diffuso è quello del querceto sempreverde mediterraneo. Le specie dominanti sono il leccio, l'albatro, l'orniello e, limitatamente ai terreni silicei la sughera. Tra gli arbusti del sottobosco troviamo ilatri, lentaggine, pungitopo, lentisco e, nelle zone più calde mirto, tra le liane troviamo lo strappaborse, la rosa sempreverde, la robbia selvatica; tra le poche erbe sono da ricordare i ciclamini per la loro fioritura primaverile e autunnale. Lungo le scarpate che costeggiano le strade e in quelle aree dove in seguito a ripetuti incendi o a eccessivo sfruttamento si è verificato un degrado della vegetazione forestale, si sviluppa una gariga a cisti, trifogliolo irsuto e perpetuini d'Italia.

Su calcare si rinvengono inoltre la ginestra, lo spigone, le vedovelle d'Italia. Su terreni silicei invece troviamo il cisto femmina, eriche, lavanda selvatica e talvolta anche il brugo. Un esempio di quest'ultimo tipo di vegetazione, di ampie proporzioni, si rinviene nella sughereta del Peruzzo, presso Montemassi.

Ad altitudini maggiori o sui versanti settentrionali troviamo i boschi di latifoglie decidue, una fascia vegetazionale assai varia in relazione al substrato e all'esposizione. Il piano arboreo indipendentemente dal substrato è dominato dal cerro, con ornello, sorbo comune. Nel sottobosco, ricco di edera, biancospino e prugnolo, troviamo la viola bianca e talvolta anche il giglio rosso. Nelle esposizioni più fresche o in corrispondenza di suolo più umido, il sottobosco si arricchisce di carpino bianco, nocciòlo e berretta da prete e, tra le erbe, di anemoni, di primavera o primula e talvolta di aquilegia comune, di pervinca minore, di campanula selvatica.

Le emergenze floristiche sono rappresentate da specie endemiche come la Digitale (*Digitalis micrantha*) e la Santolina (*Santolina etrusca*).

Su terreni calcarei nel manto arboreo troviamo la roverella e il carpino nero talora dominanti; tra gli arbusti il testucchio, il ligustro, il corniolo, l'agazzino; tra le liane la madre selva comune; nel piano erbaceo sono frequenti l'erba limona comune, l'erba perla azzurra, la cicerchia veneta.

Su suoli silicei il manto arboreo può essere dominato da castagno che, insieme al ciavardello e alla quercia di Dalechamps o rovere, predilige questo tipo di terreno. Tra gli arbusti, oltre alle eriche, non è raro incontrare l'agrifoglio, mentre tra le erbe, la felce aquilina, il camedrio scorodonia, la festuca dei boschi e la verga d'oro comune, conferiscono al sottobosco una fisionomia particolare.

Su calcare la degradazione del bosco di latifoglie decidue non è molto frequente, è limitato per lo più alle scarpate o alle aree estrattive e dà origine ad una vegetazione del tutto simile alle garighe a ginestra, spigone e vedovelle d'Italia della fascia dei querceti sempreverdi.

Su silice invece troviamo vaste aree a prevalenza di brugo (*Calluna vulgaris*), originate in gran parte dalla scomparsa di castagneti da frutto in seguito alla malattia detta 'cancro del castagno', causata da un fungo parassita (*Endotia parasitica*). Le lande così formate, dette localmente brantalai (da brantalo nome locale del brugo), sono state rimboschite con pino marittimo. Insieme al brugo troviamo eriche, ginestre dei carbonai, ginestra tubercolosa ed il ginestrone.

Lungo i corsi d'acqua, lontano dai terreni coltivati, prevalgono i boschi golenali di salici e di pioppi, quelli ad ontano comune, frassino meridionale ed olmo comune, dove sono frequenti meli e biancospini arborei, il tiglio nostrano, la vite selvatica ed il luppolo.

Nelle aree collinari, prevalentemente nei versanti meridionali e su terreni calcarei o argillosi, i coltivi si intersecano con le aree boscate. I campi, di forma irregolare e cinti da siepi imponenti, veri e propri lembi di bosco naturale, sono coltivati a olivo o a cereali. Spesso vaste aree sono lasciate incolte per anni e utilizzate a pascolo. I campi sono spesso ornati da querce secolari, ormai ultimi testimoni della un tempo fitta vegetazione boschiva preesistente.

*Capitolo liberamente tratto da varie pubblicazioni disponibili in Internet*

## Fauna

Nel fitto di castagneti e sugherete vivono numerosi animali selvatici.

Tra i mammiferi è da segnalare la presenza di lepri (Fig. 7.5-4), daini, caprioli, cinghiali (Fig. 7.5-5), volpi, e istrici. Lungo il corso del Fiume Bruna, nelle zone più nascoste è possibile incontrare qualche esemplare di lontra.

Sono presenti anche altri animali quali puzzola, martora e gatto selvatico, ed inoltre i comuni rapaci come il falco, il gheppio, la poiana ed il biancone.

La vasta maggioranza della superficie interessata da P.R. è adibita a coltivazione, quindi la fauna prevalente è quella anche di interesse venatorio: lepri, fagiani e, durante l'autunno, gli uccelli di passo che caratterizzano la fascia costiera.



**Fig. 7.5-4 Lepre**



**Fig. 7.5-5 Cinghiale**

Negli invertebrati la fauna è abbondante e varia; interessante quella dei coleotteri e lepidotteri, soprattutto per il *Callimorpha quadripunctaria*.

## 7.6 Paesaggio

La Maremma settentrionale non costiera, cioè quella zona che va dalle Colline Metallifere fino alla pianura di Grosseto comprendendo i comuni di Massa Marittima, Grosseto in parte e Roccastrada, è una zona che ha sempre rivestito un'importanza notevole per le sue numerose risorse agricole e minerarie.

Il clima mite e favorevole nonché la potenzialità produttiva del sottosuolo maremmano, legata alla presenza di minerali di ferro, rame, argento, eccetera, hanno giocato un ruolo determinante per la configurazione del paesaggio umano e per la suddivisione del potere politico ed economico nel territorio. Infatti il destino di questa regione è sempre stato quello di essere sfruttata esclusivamente come produttrice di materia prima, sia che ad usufruirne fossero in periodo etrusco le città di Vetulonia e Roselle, o Siena e Firenze in epoca medioevale e postmedioevale.

Attualmente non sono molte le testimonianze d'insediamento sparse nel territorio, se si escludono le imponenti presenze medioevali.

In pieno Medioevo questa zona sarà ricca di miniere aperte e di ferriere e fabbriche. Conseguenza di questo intenso sfruttamento sarà, a livello ambientale, un disboscamento eccessivo ed anomalo.

Sotto il dominio fiorentino persiste, e spesso si aggrava, lo stato di abbandono della Maremma grossetana. Solo l'avvento della casa dei Lorena in Toscana comporta una serie di riforme amministrative e istituzionali tese a favorire gli investimenti e il ripopolamento.

La ripresa di alcune escavazioni minerarie attorno alla metà del secolo XIX si affianca alla ripresa dell'agricoltura ed al costante aumento della popolazione residente. In questa epoca avvengono i principali mutamenti nell'aspetto esteriore del territorio: l'industria estrattiva si manifesta con i tipici agglomerati industriali, e la ripresa dell'agricoltura, anche lontano dai borghi medioevali, sottrae spazio ai boschi mentre riappare la vite e l'ulivo.

L'incerto sviluppo economico del nuovo Stato italiano unitario trova nella costruzione delle ferrovie un efficace volano di trascinamento economico. Una forte richiesta di traversine in legno trova anche negli immensi boschi del territorio materia prima abbondante. Si procede così a vasti disboscamenti spesso sconsiderati, tanto da mutare l'aspetto del bosco che viene trasformandosi da alto fusto in bosco ceduo e in macchia mediterranea.

Ancora una volta dunque il territorio viene utilizzato principalmente per le materie prime, che vengono esportate senza che il loro sfruttamento porti allo sviluppo di forze produttive sul posto.

Mutate le esigenze del mercato, cessa anche lo sfruttamento delle materie prime locali senza lasciare tracce di attività economiche indotte di un certo rilievo. Considerazioni valide in modo particolare per le miniere, la più grande delle quali, Ribolla, rimase attiva dalla metà del 1800 fino alla metà del '900. Della loro esistenza non hanno lasciato tracce al di fuori dei villaggi minerari sorti a suo tempo attorno ai pozzi di estrazione.

Il consistente sviluppo economico degli anni '60 è avvenuto senza coinvolgere il territorio. Mentre è lentamente progredita la depressione economica, l'ambiente - unica e ultima "risorsa" della zona - è rimasto pressochè intatto, presentandosi ancora simile a quello di oltre un secolo fa, alla fine del primo atto della rivoluzione industriale.

## 7.7 Compatibilità del programma lavori col paesaggio e gli ecosistemi

### 7.7.1 Acqua estratta durante l'esercizio dei pozzi

Dalle esperienze simili realizzate altrove e dai dati storici relativi alla coltivazione della vecchia miniera di Ribolla si ha ragione di ritenere che l'acqua prodotta abbia caratteristiche fisico-chimiche compatibili con il suo utilizzo per usi irrigui. Naturalmente le caratteristiche effettive saranno confermate mediante campionamenti e analisi di laboratorio in accordo alle normative in vigore.

Se queste caratteristiche risulteranno confermate, l'acqua potrà costituire una risorsa utile anche per l'agricoltura locale. In questa condizione le eventuali modeste opere di captazione e raccolta dell'acqua saranno mirate esclusivamente a queste esigenze.

Nel caso che questa utilizzazione non risultasse possibile, si prevederà uno stoccaggio temporaneo in apposite vasche impermeabilizzate in attesa del trasferimento a centri di trattamento per successive utilizzazioni.

Analogamente, una stima della quantità d'acqua giornalmente estratta non è al momento determinabile, tuttavia è attesa una produzione molto modesta, dell'ordine di qualche metro cubo al giorno, come per i normali pozzi da acqua per uso irriguo. D'altra parte, l'emungimento è solo finalizzato a drenare il relativamente sottile strato di carbone, per consentire la liberazione del gas, da ciò deriva la modestia dell'emungimento.

Qualora per qualche motivo ciò non si verificasse, sarebbe la stessa economicità del progetto a venire meno.

### 7.7.2 Interazione col paesaggio

E' opportuno ribadire che l'impatto è assolutamente modesto da ogni punto di vista. Nessuno dei lavori previsti avrà impatto sul patrimonio naturale e storico.

Inoltre le opere destinate a rimanere in loco sono caratterizzate da un ingombro irrilevante, sia in termini volumetrici che per elevazione e visibilità.

Si tratta infatti di pozzi che fuoriescono dal piano campagna di circa 1 metro, eventualmente alloggiati in un incavo della profondità di circa mezzo metro e largo 1m x 1m, quindi del tutto assimilabili ai comuni pozzi da acqua presenti in grandissimo numero in tutta la zona. Pertanto anche per questi si prevede una modesta recinzione costituita da una rete di altezza 1,80m e con dimensioni in pianta 6m x 8m.

Alcuni esempi di pozzi aventi caratteristiche simili a quelli previsti dal progetto sono riportati nelle Figure 1.3-2 e 1.3-3. Si tratta di pozzi per acqua, che come già ricordato hanno caratteristiche di testa pozzo abbastanza simili, salvo la presenza eventuale di una o due valvole per la chiusura del pozzo. In entrambe le tipologie è presente una linea elettrica per l'alimentazione della pompa di estrazione acqua.

Tale pompa sarà del tipo simile alle comuni pompe sommerse oppure comandata attraverso una stringa di tubini. In questo caso la testa pozzo sarà munita di un dispositivo per la trasmissione del moto alla pompa, attraverso la stringa di tubini, costituito da un motore elettrico e un riduttore meccanico a bassa velocità e quindi silenziato.

In questo caso l'altezza della testa pozzo potrebbe risultare superiore alla precedente e dell'ordine dei 2 metri. Nel caso che le condizioni ambientali richiedano opportune azioni di limitazione della visibilità, idonee misure saranno concordate con le autorità locali. Alcune semplici barriere vegetali naturali potranno risultare perfettamente idonee allo scopo.

Nelle figure citate manca ovviamente la tubazione di raccolta del gas che si aggiungerà a quella esistente per l'acqua, che invece è presente negli esempi.

I quadri elettrici potranno avere un alloggiamento come indicato in Fig. 1.3-3, ma di più modeste dimensioni.

### 7.7.3 Interazione con l'ecosistema vegetale e animale

Anche gli effetti sugli ecosistemi vegetale ed animale sono da considerarsi trascurabili. Infatti la fase di prospezione geofisica prevede un semplice stendimento di cavi sul terreno e l'accesso da parte dei mezzi adibiti all'acquisizione dei dati. Tali mezzi sono assimilabili, in termini di peso e ingombro, ai trattori normalmente usati in agricoltura per l'aratura profonda.

Eventuali moderati danni alle superfici coltivate verranno adeguatamente ricompensati ai proprietari del terreno.

La fase di perforazione prevede la permanenza dell'impianto e delle strutture accessorie per una durata di circa un mese per ogni sondaggio. E' già stato detto che l'impianto è del tipo utilizzato per la perforazione dei pozzi per acqua. Rispetto a questi soltanto l'ingombro in pianta degli accessori risulta leggermente superiore. Inoltre i prodotti utilizzati per l'attività di perforazione sono assolutamente privi di effetti nocivi per l'ambiente, anche in caso di accidentale dispersione (vedi Capitolo 4.1).

L'impatto acustico in prossimità del cantiere dovuto all'attività di perforazione, sia per le caratteristiche delle macchine, sia per la temporaneità del loro utilizzo, è assimilabile a quello di un cantiere edile per la costruzione di un modesto edificio tipo annesso agricolo. Quindi è da considerare praticamente inavvertibile il suo effetto sull'ecosistema animale.

## 8. Bibliografia di riferimento

- Diamond, W.P. e J.R. Levine, *Direct Method Determination of the Gas Content of Coal: USBM Report of Investigations RI 8515* (1981).
- Hollub, V.A. e P.S. Schafer, *A Guide To Coalbed Methane Operations, Gas Research Institute Report No. GRI-92/0234*, Chicago, Illinois (1992). Disponibile presso SPE.
- Kidd, J.T., B.S. Camp, L.K. Lottman, T.E. Osborne, J.L. Saulsberry, J.L. Smith, P.F. Steidl, e P.B. Stubbs, *Geological Manual for the Evaluation and Development of Coalbed Methane, Gas Research Institute Topical Report No. GRI-91/0110*, Chicago, Illinois (1992).
- Kim, A.C., "Estimating Methane Content of Bituminous Coalbeds From Adsorption Data," *U.S. Bureau of Mines Report of Investigations, RI 8245* (1977).
- Law, B.E. e D.D. Rice (eds.), *Hydrocarbons From Coal: AAPG Studies in Geology #38*, The American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma (1993).
- Mavor, M.J., J.C. Close, e R.A. McBane, "Formation Evaluation of Exploration Coalbed Methane Wells," *Coalbed Methane, SPE Reprint Series No. 35*, Society of Petroleum Engineers, Richardson, Texas (1992) pp. 27-45.
- McLennan, J.D., P.S. Schafer, e T.J. Pratt, *A Guide to Determining Coalbed Gas Content, Gas Research Institute Report No. GRI-94/0396*, Chicago, Illinois (1995). Disponibile presso AAPG.
- Yee, D., J.P. Seidle, e W.B. Hanson, "Gas Sorption on Coal and Measurement of Gas Content," in *Hydrocarbons from Coal: AAPG Studies in Geology #38*, Law, B.E. e D.D. Rice (eds.), The American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma (1993) pp. 203-218.