

ITAL GAS *Storage*

CAMPO DI STOCCAGGIO GAS “CORNEGLIANO LAUDENSE” - LODI

PROGETTO DI FATTIBILITA'

Redatto da **STED S.r.l.**

con la collaborazione di

Basis S.r.l.

Petren S.r.l.

Studio Geologico Dr. Stefano C.A. Rossi (MI)

Studio Associato di Architettura, Ingegneria ed Urbanistica (LO)

Data 15/10/2007

Dir. Tecnico

STED s.r.l.
Via F. Filzi, 8
20124 MILANO
C.f. e P.IVA 06121490152



1 Premessa

Lo stoccaggio di gas naturale in giacimenti di gas esauriti serve per la modulazione della richiesta che essendo variabile presenta dei picchi spesso molto elevati.

La domanda del mercato varia in funzione del periodo dell'anno (estate/inverno), del ciclo produttivo dell'industria e delle richieste di energia elettrica presentando così un profilo di prelievo non costante.

Lo stoccaggio consente di:

- soddisfare tutta la richiesta, senza costringere le aziende con contratti di fornitura del metano cosiddetti "interrompibili" a ricorrere all'utilizzo dell'olio combustibile inquinante. La priorità di fornitura è data agli usi domestici e civili;
- calmierare i prezzi.

La pratica dello stoccaggio nel sottosuolo è consolidata da decenni di esperienze, in cui sono state messe a punto e verificate sul campo tecnologie e metodologie.

In Italia l'attività di stoccaggio è iniziata circa 40 anni fa (nel 1964, giacimento esaurito di Cortemaggiore), ed attualmente i campi attivi sono dieci.

1.1 Il ciclo di funzionamento

Il lavoro del campo di stoccaggio è ciclico: per circa 6 mesi (da aprile a settembre) si inietta il gas entro il giacimento, poi per i successivi 6 mesi (da ottobre a marzo) lo si estrae.

Il volume di gas regolarmente iniettato e successivamente estratto è detto "working gas".

Un impianto di stoccaggio è costituito dai seguenti elementi (Tavola P-10100):

- **Giacimento:** unità geologica porosa e permeabile in condizioni petrofisiche idonee, mineralizzata a gas naturale, la cui produzione è ormai esaurita. Costituisce il "serbatoio".
- **Pozzi:** costituiscono l'interfaccia tra il giacimento e la superficie, ne devono essere realizzati in numero adeguato da drenare l'intero giacimento.
- **Centrale di Stoccaggio:** area dove sono installate sia le apparecchiature necessarie al prelievo del gas dalla rete e successiva iniezione in giacimento (tramite i pozzi), che le apparecchiature per la messa a norma del gas estratto dal giacimento (tramite i pozzi) ed immesso in rete.
- **Gasdotti:** tubazioni di collegamento tra i pozzi e la centrale di stoccaggio.

L'attività di stoccaggio inizia con la fase di iniezione del cosiddetto "cushion gas", che è quella porzione di gas necessario ripressurizzare il giacimento ed a mantenere una zona di sicurezza tra il working gas e la tavola d'acqua sottostante.

Il cushion gas resterà in giacimento costituendo il "serbatoio di energia" per il recupero integrale del working gas.

Il cushion gas rappresenta un "investimento" che resta bloccato nel giacimento fino alla fine della vita operativa dello stoccaggio.

Virtualmente, rinnovando via via l'impiantistica obsoleta, il giacimento può funzionare come serbatoio di stoccaggio a tempo indefinito.

2 Descrizione del progetto

Il progetto è stato dimensionato per "movimentare" un working gas minimo di 1,01 Miliardi di m³ di metano con un cushion gas di circa 900 milioni di m³.

Il ciclo di funzionamento "ordinario" per il giacimento di Cornegliano prevede nella fase cosiddetta di "svaso" o erogazione un flusso di 10 milioni di m³/giorno con una capacità punta di 16,5 milioni di m³/giorno denominata "Massima capacità di Punta Giornaliera (P.M.G.)", limitata nel tempo, necessaria per fronteggiare un picco di domanda di gas.

Nella fase di iniezione il giacimento viene ripressurizzato fino a raggiungere la pressione naturale originaria di 161 bar.

Durante la fase di erogazione del working gas la pressione del giacimento si riduce da 161 bar fino a circa 75 bar, minima pressione per poter entrare nella rete di distribuzione.

Qualora, comunque, per esigenze contingenti (forte carenza di gas in Italia) fosse necessaria una quantità “extra” di gas si è prevista la possibilità di intaccare parte del cushion gas facendo ricorso al cosiddetto “ciclo di emergenza” che prevede di estrarre gas fino alla pressione di testa pozzo di 45 bar. In questo caso il gas dovrà essere compresso per poter essere immesso nella rete di distribuzione (la cui pressione di esercizio normalmente è di 70/75 bar), Tavola P-10400.

L’attività di iniezione (compressione) del gas nel giacimento, per ricostituire il working gas, prevede l’utilizzo del compressore e avrà portate massime giornaliere di 8 milioni m³ (Tavola P-10200).

La vita utile dell’impianto, a prescindere dalla durata legale della concessione, può superare i 40 anni, ma tecnicamente non vi sono limiti in quanto con attività di work-over sui pozzi o di manutenzione ed aggiornamento degli impianti si mantengono le attrezzature al massimo grado di efficienza.

Per “movimentare” l’intero volume del working gas si ritiene necessaria la perforazione di 14 pozzi. Per la presenza di aree abitate e per ridurre al minimo il disturbo indotto dalle operazioni in fase di cantierizzazione e di esercizio, la scelta progettuale è caduta sulla modalità operativa a **Cluster**. E’ definito cluster un piazzale da cui vengono perforati più pozzi utilizzando la tecnica dei pozzi devianti.

In questo modo l’intero campo di stoccaggio sarà gestito tramite 14 pozzi perforati da due sole postazioni (Cluster “A” e “B”).

Con questo metodo è possibile inoltre avere due soli gasdotti di collegamento tra la centrale ed i pozzi, invece di 14 condotte separate.

La **Centrale di Stoccaggio** sarà ubicata dov’era la preesistente centrale di produzione ENI, anche in accordo con la destinazione d’uso dell’area, nel Comune di Cornegliano Laudense.

Il primo cluster (**Cluster “A”** a 7 pozzi) è previsto nell’area ad Est adiacente alla centrale di stoccaggio; il secondo cluster (**Cluster “B”** a 7 pozzi) sarà situato a N-NE di Cornegliano Laudense nei pressi della Cascina Bossa.

2.1 I pozzi

2.1.1 Individuazione della tipologia di impianto

Dal momento che gli obiettivi minerari si trovano a profondità medio-basse, esiste una certa gamma di impianti utilizzabili. Tuttavia si è scelto di fare ricorso ad un impianto di perforazione Massarenti 7000 o analogo, in funzione del trattatista cui verrà assegnato il lavoro.

Tale tipo di impianto fornisce la garanzia di poter operare entro i tempi previsti senza rischiare rallentamenti dovuti a capacità ridotta dell’impianto nell’effettuare pozzi devianti.

Per quanto concerne il circuito del fluido di perforazione si è scelto di operare in closed-loop, cioè a circuito chiuso, in modo da abbattere drasticamente sia il consumo di acqua che il volume dei fluidi di perforazione esausti da avviare a discarica.

Per quanto concerne tipologia di impianti ed attività previste, per le dotazioni, l’assetto di cantiere e la gestione di alcuni processi fondamentali (trattamento dei reflui, delle acque piovane, dei rifiuti ecc) le indicazioni contenute in questo rapporto saranno incluse nella base contrattuale.

L’allestimento del cantiere si svolge in diverse fasi:

- preparazione del sito;
- impianto delle cosiddette opere civili e dei servizi di cantiere;
- installazione dell’impianto di perforazione.

2.1.2 Preparazione del sito

La fase di preparazione del sito prevede lo scotico del suolo di interesse agricolo che verrà accantonato per il ripristino ambientale al termine dei lavori. In base alle indicazioni pedologiche ed

agronomiche si dovranno asportare circa 50 cm di suolo, che sarà stoccato all'esterno dell'area di cantiere vera e propria. I cumuli di suolo saranno posizionati ai lati lunghi dell'area di cantiere. I canaletti di colò irriguo saranno deviati sul perimetro esterna dell'area interessata dai lavori.

2.1.3 Impianto delle opere civili

Con il termine opere civili si intendono tutti quei lavori volti a rendere fruibile l'area per le attività previste ed a proteggere il sottosuolo. I lavori variano a seconda degli impianti e delle tecnologie di perforazione adottate. Nel caso in oggetto è previsto:

- allestimento di un piazzale ricoperto da uno strato di almeno 60 cm di inerti compattati e rullati, separato dal substrato naturale da una geomembrana (ad esempio HDPE > 2 mm) inclusa in due strati di geotessile drenante; tale sistemazione, associata a condotte drenanti ed appositi tombini garantisce l'assenza di percolazione dal piazzale al sottosuolo. Lungo tutto il perimetro dell'area verrà inoltre realizzato un fosso di guardia per l'intercettazione delle acque meteoriche che saranno convogliate ad apposita vasca scavata impermeabilizzata in PVC oleoresistente.
- costruzione per ciascuna area cluster di 1 solettone di cemento armato di caratteristiche tali da sostenere l'impianto in relazione alla portanza del terreno. Il solettone include le sette "cantine", cioè gli spazi ribassati destinati a contenere le apparecchiature di sicurezza; al solettone sono fissati gli ancoraggi del trailer di sostegno della torre di perforazione e la platea per le pompe di circolazione del fluido di perforazione; le cantine sono coperte da piastre carrabili per consentire il transito dei mezzi pesanti.
- costruzione di una soletta in calcestruzzo dello spessore di 25 cm per sostenere le vasche di circolazione e di trattamento del fluido di perforazione. Tutte le solette sono dotate di una rete di raccolta delle acque di lavaggio che le avvia alla vasca di raccolta così da evitare la contaminazione del piazzale
- costruzione di una platea per contenere i serbatoi degli oli minerali (gasolio necessario all'alimentazione dei motori, 20 m³ e i fusti di lubrificante). Inoltre è prevista la costruzione di una piazzola per il carico e lo scarico degli automezzi munita di pozzetto per la raccolta degli eventuali inquinanti.
- costruzione di due vasche in cemento armato profonde due metri per lo stoccaggio del fluido di perforazione esausto ed il trattamento temporaneo dei cuttings (detriti di perforazione).
- costruzione di una platea in calcestruzzo di 10 x 4 m con muretto da 90 cm per lo stoccaggio temporaneo dei cuttings di perforazione;
- costruzione di una platea in calcestruzzo di 4 x 4 m per ancorare la fiaccola;
- posizionamento delle baracche da cantiere adibite ad uffici, spogliatoi, servizi, officine, con gli usuali collegamenti per le acqua bianche e nere a serbatoi sigillati.

A queste opere principali si affiancano attività minori:

- recinzione di tutto il cantiere con rete metallica alta 2 metri; all'interno recinzione dei serbatoi per oli minerali con rete alta 2 metri;
- costruzione di un piazzale di manovra per automezzi di circa 300 m², coperto con 30-50 cm di inerti rullati e vibrati.
- costruzione dell'accesso, tracciata in modo da ridurre per quanto possibile le modifiche ambientali, largo circa 5 metri, a sezione trapezoidale e munito di cunette di drenaggio. La pista è costituita da un misto di cava compattato e rullato per uno spessore di circa 40 cm, posato su uno strato di sabbia di 20 cm, posato a sua volta su geotessile. Data la distanza alla viabilità ordinaria la pista di accesso sarà lunga circa 200 m per il cluster A e di 150 m per il cluster B.
- posizionamento di cassonetti per i rifiuti urbani da smaltire ugualmente tramite ditte autorizzate;

2.1.4 Installazione dell'impianto di perforazione

Una volta approntate le opere civili vengono trasferiti al cantiere gli impianti tecnici per l'installazione della torre di perforazione e dei circuiti del fluido di perforazione.

Le parti più ingombranti della torre e della piattaforma sono pre-assemblate su trailer gommato. Dopo aver posizionato la piattaforma ancorandola al solettone di cemento armato viene montata la torre con l'ausilio di una gru.

In seguito vengono posizionate le vasche del cosiddetto circuito attivo del fluido di perforazione, le pompe con i relativi motori, il motore del top drive e tutti i circuiti per il trattamento del fluido di perforazione.

2.1.5 Programma di perforazione

Il programma di perforazione per ambedue i cluster prevede, sinteticamente, le seguenti fasi:

- inserimento del casing di ancoraggio da 20" fino a 40 m di profondità; usualmente viene inserito tramite battipalo; la valutazione del rumore e dei tempi potrà eventualmente far optare per una perforazione a grande diametro tipo pozzi per acqua.
- Perforazione fino a 505 m (base degli acquiferi) con diametro 16";
- Discesa e cementazione del casing da 13"3/8;
- Perforazione fino a 930 m con deviazione intorno ai 740 m con diametro 12 1/4";
- Discesa e cementazione del casing da 9"5/8;
- Perforazione con scalpello da 8"1/2 fino a 1480 m in deviazione;
- Discesa e cementazione del casing da 7";
- Esecuzione dei log in foro tubato;
- Perforazioni del casing;
- Discesa del tubing con packer e test di valutazione degli orizzonti;
- Installazione del tubing di produzione;
- Disassemblaggio del trailer dalle circuiterie;
- Spostamento del trailer, della vasca 1 e della vasca cutting alla cantina successiva per la perforazione di un nuovo pozzo; contemporanea tombinatura della cantina completata con piastre carrabili;
- Ricollegamento al circuito dei fluidi di perforazione, alle linee dei manifold ed ai cablaggi elettrici e di monitoraggio
- Inserimento di un nuovo casing di ancoraggio e ripresa del ciclo.

In funzione del progetto definitivo di perforazione guidato dall'interpretazione sismica potranno variare diametri e profondità.

2.1.6 Materiali e risorse

2.1.6.1 Volumi di inerti, acqua e materie prime

Per l'allestimento del piazzale è prevista la ricollocazione a margine dell'area di circa 6000 m³ di suolo smosso, con il trasporto di circa 9500 m³ di inerti per il sottofondo di cantiere, piazzale, fiaccola e pista di accesso.

Per l'acqua si prevede un consumo totale di circa 5.500 m³, inclusa quella da utilizzare per la preparazione delle malte cementizie e quella impiegata per i lavaggi.

Tra calcestruzzo e cemento si calcola un volume complessivo di circa 1.400 m³.

2.1.6.2 Descrizione dei materiali per il fluido di perforazione e cementazione

Per quanto riguarda il confezionamento del fluido di perforazione, viene stimato un volume complessivo di circa 850 metri cubi per ogni singolo pozzo.

2.1.6.3 Mezzi di cantiere e volumi di traffico

Allestimento cantiere

Nella fase di allestimento (circa 60-65 giorni lavorativi per ogni cluster) occorre distinguere la preparazione del sito dall'allestimento vero e proprio.

Nella fase di scultura del suolo è previsto l'utilizzo di una escavatrice, una pala gommata, due camion a cassone ribaltabile ed eventualmente di un graeder per la finitura (1/2 giornata) impiegati nell'arco di 10 giorni.

Nella fase di allestimento del piazzale e delle opere civili saranno impiegati due escavatrici, una pala gommata, due camion ribaltabili ed un rullo compressore entro il perimetro di cantiere; in questa fase si avrà l'afflusso dei mezzi per il trasporto degli inerti (autocarri da 30-35 m³), dei geotessili, delle tombinature e canalette, per un totale di circa 90 accessi, del calcestruzzo e del cemento (70 accessi) e del carburante (10 accessi) nell'arco di circa 40 giorni.

A stabilizzazione avvenuta delle opere in cemento armato inizierà l'afflusso dei mezzi per l'impianto del cantiere di perforazione vero e proprio (circa 40 accessi di mezzi, di cui 3 classificati trasporto speciale senza scorta), cui andranno aggiunti altri 8-10 accessi di mezzi per gli additivi del fluido di perforazione, l'acqua, ricambi ecc.) nell'arco di 7-9 giorni.

Perforazione

Durante la fase di perforazione (circa 220 giorni includendo le pause necessarie per il trasferimento del trailer da una cantina alla successiva e l'adeguamento del piping e dei cablaggi) il traffico è limitato a pochi viaggi di rifornimento per additivi o parti di ricambio (40 accessi) e di acqua potabile per i servizi sanitari del cantiere (50 autobotti piccole). Vi sono inoltre i rifornimenti di carburante (70 accessi). Al termine di ogni perforazione sono da considerare 3 accessi di mezzi pesanti per l'esecuzione: dei log, delle aperture nel casing di produzione e delle prove di produzione. Sul cantiere sarà presente una pala meccanica gommata per il trattamento dei cuttings.

Ripristino

Nella fase di ripristino è prevista una serie di circa 45 accessi per il recupero ed il conferimento all'impianto di trattamento dei reflui di perforazione. Il numero di accessi alla piazzola per lo smantellamento dell'impianto e delle opere civili è pari a quello risultato necessario per l'allestimento se il sondaggio avrà esito negativo, altrimenti saranno un numero minore. Per i teli in HDPE di sottofondo e di impermeabilizzazione delle vasche si farà ricorso agli autocarri richiudibili appositi forniti dallo smaltitore incaricato.

2.1.7 Tecniche di perforazione

La planimetria dei due cluster nella fase di perforazione è allegata al presente documento (L-10201 e L-10301).

La perforazione avviene mediante uno scalpello rotante, azionato da una testa motrice (top drive) tramite la batteria di aste.

Tutta la batteria è cava così da permettere al fluido di perforazione che vi viene pompato dalla superficie di svolgere la sua triplice azione: raffreddare lo scalpello, riportare all'esterno i detriti di perforazione (cuttings) e sostenere le pareti del foro.

Il foro, una volta eseguito un tratto sufficientemente lungo in rapporto al programma di perforazione, viene rivestito con tubi metallici (casing) cementati agli strati attraversati così da impedire che essi comunichino tra di loro. La perforazione, successivamente, prosegue attraverso il casing con uno scalpello di diametro minore con la stessa tecnica precedente. Di conseguenza il raggiungimento dell'obiettivo di ricerca avviene mediante un foro di diametro via via decrescente, che sarà completamente protetto dai casing cementati, secondo una successione accuratamente programmata.

2.1.7.1 Apparecchiature di sicurezza

Fanno parte delle apparecchiature di sicurezza:

- i sistemi di controllo e di monitoraggio che comprendono le apparecchiature di controllo presenti sull'impianto e che consentono il comando di qualunque funzione della torre di perforazione. Parametri come peso al gancio ed allo scalpello, numero di colpi delle pompe, giri turbina, avanzamento delle aste, torsione della batteria ecc. vengono controllati da appositi quadranti correlati ai comandi. Tutti questi dati vengono letti in tempo reale anche nel

laboratorio dell'unità di controllo, dove affluiscono i terminali di tutti i sistemi di monitoraggio continuo: livello delle vasche dei fluidi di perforazione, volume dei fluidi di perforazione in uscita, densità del fluido di perforazione in entrata ed in uscita, presenza di gas, presenza di anidride solforosa, gascromatografia dei gas registrati. Oggigiorno i terminali sono essenzialmente digitali, interfacciati a PC. L'attuazione di una manovra di emergenza (chiusura del pozzo) in risposta a parametri anomali è effettuata da valvole di sicurezza (blow-out preventers); i blow-out preventers (B.O.P.) che consentono di chiudere il pozzo sia esso libero o contenente attrezzature (aste, casing, ecc.). Queste apparecchiature sono indispensabili per il caso che, per le più diverse ragioni, la pressione di strato superi quella del fluido di perforazione e quindi i fluidi di formazione tendano a risalire verso la superficie in modo incontrollato. I B.O.P. appartengono a due tipi fondamentali: anulare, costituito da un toro di gomma che può essere deformato idraulicamente così da aderire a quanto si trovi all'interno del pozzo e a ganasce, costituito da due saracinesche, sagomate secondo l'attrezzo che si trova nel pozzo oppure trancianti, che possono essere idraulicamente serrate tra di loro. La configurazione classica prevede in alto un B.O.P. anulare, che regge le pressioni più basse; al disotto sono posizionate le ganasce sagomate, più resistenti, con il margine interno corrispondente al diametro delle aste, e le ganasce cieche, che troncano qualunque tipo di asta o di attrezzo serrando ermeticamente la testa pozzo. Queste apparecchiature sono azionate da circuiti idraulici multipli, con i comandi talora automatizzati, situati sia sulla piattaforma di perforazione che in posizione defilata. In casi estremi possono essere chiuse anche a mano, tramite volani. In caso di uso dei B.O.P., un insieme di tubazioni e di saracinesche (manifold) permette di ristabilire le condizioni di normalità, controllando la fuoriuscita dei fluidi di formazione e iniettando nel pozzo fluido di perforazione di caratteristiche adatte;

- la testa pozzo, che consiste in una serie di inflangiature che collegano i B.O.P. alle varie colonne di rivestimento man mano che vengono introdotte nel terreno. La prima inflangiatura (flangia base) di norma è saldata al primo casing (casing di superficie).

2.1.8 Tecniche di tubaggio e protezione delle falde idriche

Un principio irrinunciabile durante la perforazione è l'isolamento del foro e dei fluidi di perforazione dagli acquiferi superficiali e da quelli contenuti negli strati profondi, ottenuto mediante una colonna (casing di superficie) adeguatamente cementata, le argille contenute nel fluido di perforazione e la cementazione finale del casing.

La colonna di superficie viene infissa tramite battipalo; in caso contrario la perforazione avviene adoperando acqua e bentonite pura oppure fluidi speciali viscosizzanti impiegati usualmente per i pozzi idropotabili. In ogni caso le acque dolci superficiali vengono sempre separate da quelle profonde salmastre mediante una colonna di rivestimento cementata.

Durante la perforazione, prima della messa in posto della colonna cementata, l'isolamento dalle acque di strato e la tenuta meccanica sono assicurati dal pannello di argilla bentonitica che aderisce alla pareti del foro e risulta sostanzialmente impermeabile, con una tenuta meccanica tale da impedire il franamento delle pareti del pozzo anche in sabbie sciolte.

Questo isolamento del foro dalle acque di strato è necessario per la tutela ambientale ma ancora di più per la tutela delle operazioni di perforazione. La perdita del fluido di perforazione in orizzonti porosi o la sua diluizione ad opera delle acque di strato creano danni che possono giungere fino alla perdita della batteria di perforazione o al franamento del pozzo stesso, con necessità di dover ricominciare la perforazione: quindi un perfetto isolamento garantisce anche da perdite economiche ingenti.

Il programma di tubaggio di una perforazione dipende da molti fattori quali: la profondità e le caratteristiche dell'obiettivo minerario, la tipologia delle formazioni da attraversare, la presenza di orizzonti adatti ad ancorare la base (scarpa) delle colonne, ecc.

La cementazione di una colonna è una operazione delicata che va eseguita con molta professionalità e in un tempo limitato (due o tre ore): calato nel foro, ripulito e calibrato, un casing di diametro

adatto, vi si pompa la malta cementizia, facendola risalire alle spalle della colonna fino alla superficie così da colmare ogni spazio esistente tra pareti del foro e colonna. Verso la fine dell'operazione la malta contenuta nel casing viene spiazzata col fluido di perforazione così da liberare l'interno del casing stesso.

La cementazione ha tre funzioni fondamentali:

- ripristina in modo definitivo l'isolamento delle formazioni attraversate dal sondaggio (il pannello bentonitico è un ottimo isolante ma è da considerarsi solo temporaneo);
- protegge la colonna da corrosioni, schiacciamenti e rotture;
- trasferisce al terreno il peso della colonna stessa nonché delle altre eventualmente gravanti su di essa.

Per risolvere i molti problemi che si incontrano nelle cementazioni, esistono numerosi prodotti che permettono di alleggerire o appesantire le malte e/o di ritardarne o accelerarne la presa. Così pure esistono strumenti di misura che permettono di verificare la riuscita o meno di una cementazione (bond logs).

Da notarsi infine l'impiego abituale, prima del posizionamento del casing, di strumenti di misura (log tools) che permettono di riconoscere le caratteristiche fisiche delle rocce attraversate e dei fluidi in esse contenuti (acque dolci, salate, gas, idrocarburi liquidi).

2.1.9 Completamento

Dopo la perforazione si passerà direttamente alla fase di completamento e successivamente al ripristino ambientale delle superfici di cantiere in eccedenza rispetto alle necessità operative.

I pozzi saranno dotati di tutte le attrezzature che rendono possibile l'iniezione e l'estrazione del gas naturale.

Le attrezzature che costituiscono l'interfaccia tra lo strato poroso e le linee di trasporto con la centrale costituiscono la cosiddetta "batteria di completamento", composta da:

- packer, attrezzo con guarnizioni di gomma che isola la zona produttiva dal resto della colonna mantenuta, per sicurezza, piena di fluido di perforazione;
- tubing, colonna di aste di piccole dimensioni che mette in comunicazione l'area sotto il packer con la superficie;
- safety valve, attrezzature di sicurezza, che chiudono automaticamente l'interno del tubing nel caso di rottura della testa pozzo;
- testa pozzo di completamento, composta da elementi aggiunti alla testa pozzo di perforazione che servono a sostenere i tubing (tubing spool) e le valvole necessarie al controllo della produzione (croce di erogazione o Christmas tree). Questo insieme permette di controllare e/o interrompere l'erogazione del pozzo e di svolgere con sicurezza gli interventi necessari alla sua vita produttiva (introduzione di strumenti, sostituzione di attrezzi, ecc.).

Il completamento prevede inoltre, per ogni singolo pozzo, l'installazione di:

- un punto di iniezione di metanolo, per evitare la formazione di idrati durante la fase di start up del pozzo (l'iniezione è necessaria solo nel transitorio di avviamento);
- un separatore per eliminare l'acqua di strato eventualmente presente o condensatasi al riduttore di pressione;
- una linea di ingresso/uscita, diretta alla centrale ed una al manifold di distribuzione.

Ogni cluster sarà dotato di un soffione con vasca, della capacità di 120 m³, per la raccolta delle acque di strato provenienti dai separatori. Le acque potrebbero essere smaltite tramite un depuratore esterno oppure reiniettate nello strato al disotto del Livello C tramite un eventuale pozzo di reiniezione acque. Un'alternativa è attrezzare allo scopo uno dei pozzi cluster, aumentandone la profondità di perforazione e completandolo separando i due livelli; in questo un doppio tubing (produzione/iniezione gas e reiniezione acque di strato) garantisce l'operatività completa del pozzo.

Per ottimizzare gli spazi e contemporaneamente rispettare i requisiti di sicurezza, nel Cluster A, oltre alle unità di testa pozzo, verranno ubicate anche alcune unità relative al trattamento di centrale che di seguito elenchiamo:

- n° 2 Unità di rigenerazione glicole trietilenico
- n° 1 Unità di sfiato di emergenza
- n° 1 Unità di riscaldamento gas

2.1.10 Ripristino territoriale

La postazione verrà mantenuta con dimensioni ridotte, strettamente limitate alla sequenza di cantine, con testa pozzo protetta da gabbionate, e allo spazio di manovra necessario per un eventuale impianto semovente leggero utilizzato per effettuare i work-over di manutenzione, qualora si rivelasse necessario.

Smontato l'impianto di perforazione vengono eseguite le seguenti operazioni:

- svuotare tutti i residui dalle vasche;
- demolire i solettoni di calcestruzzo;
- spostare le recinzioni sul nuovo perimetro;
- asportare gli inerti costituenti il piazzale fino al nuovo perimetro;
- asportare la geomembrana di base fino al nuovo perimetro e ripristinare le protezioni idriche superficiali (fosso di guardia, canalette, tombini e vasca di raccolta e decantazione), mettendo in opera i terminali di collegamento alla Centrale di Stoccaggio.

Mentre gli inerti e, a seconda delle condizioni, i calcestruzzi sono avviabili al riutilizzo, le geomembrane sono conferite in discarica autorizzata.

Al termine di queste operazioni si provvede al ripristino geomorfologico in modo da ricreare il profilo originario. Il suolo agricolo viene ridistribuito, eventualmente integrato a seconda delle necessità, e seminato o piantumato in base alle condizioni preesistenti o a quanto concordato con i proprietari od eventualmente i competenti enti territoriali.

Inoltre si effettua la messa in sicurezza della testa pozzo installando una struttura metallica di protezione per la parte fuoriuscente dalla cantina.

In questa fase è possibile mettere in opera accorgimenti per la mimetizzazione paesaggistica delle teste pozzo (siepi, barriere arborate ecc).

2.1.11 Tempi di realizzazione

In linea di massima i tempi prevedibili per le varie fasi del lavoro sono i seguenti

- preparazione della postazione gg 58
- perforazione 7 pozzi gg 140
- prove di produzione gg 30
- spostamento impianto tra le cantine successive gg 35
- ripristino gg 40

2.1.12 Assetto finale dei Cluster (Tavole L-10200, ATM-10200, L-10300, ATM-10300, CA-10200, CA-10300)

Al termine della fase di ripristino l'assetto finale del cantiere prevede una lieve riduzione di area, che deve comunque restare ampia a sufficienza per consentire eventuali manovre ad un piccolo impianto di work-over, per eventuale manutenzione straordinaria dei pozzi.

L'area, recintata e ripulita dalle infrastrutture necessarie alla perforazione, sarà mantenuta parzialmente inerbita.

La sequenza di cantine collegata dal solettone viene coperta con gabbionate metalliche singole, alte circa 3 m dal piano campagna, che proteggono le teste pozzo. Al di fuori restano gli impianti accessori necessari alla fase di produzione, soprattutto all'eliminazione dell'acqua in eccesso.

2.1.12.1 Impianti accessori

Ad ogni testa pozzo è collegata una linea che passa attraverso:

- un separatore bifase
- un riscaldatore gas
- un iniettore di metanolo
- un riduttore di pressione
- una saracinesca

e si collega al metanodotto che porta alla centrale.

Oltre a questa linea vi è un manifold di bypass dei separatori utilizzato nella fase di iniezione ed un sistema di valvole di blocco e depressurizzazione in caso di emergenza (blocco e ESD).

La saracinesca consente di escludere ogni singolo pozzo dal cluster.

Saranno inoltre presenti: una caldaia per il riscaldamento dell'acqua utilizzata nei riscaldatori gas, una vasca con soffione per la raccolta dell'acqua di strato proveniente da separatori.

Fuori terra saranno presenti inoltre manifold accessori per il prelievo di campioni, quadri di controllo protetti da tettoie ed dispositivi protezione incendio di tipo mobile.

Nel Cluster A, oltre alle unità di testa pozzo, verranno ubicate anche alcune unità relative al trattamento di centrale che di seguito elenchiamo:

- n. 2 Unità di rigenerazione glicole trietilenico
- n. 1 Unità di sfiato di emergenza
- n. 1 Unità di riscaldamento gas

Separatore

E' un dispositivo cilindrico in cui scorre il gas; nella parte inferiore viene raccolta l'acqua che si separa dal gas e viene scaricata al serbatoio di raccolta in controllo di livello. L'acqua è presente come umidità condensata nel gas ed eventualmente, nell'ipotesi più sfavorevole, come acqua di strato.

I separatori sono in funzione solo durante i sei mesi di attività di produzione del pozzo collegato e scaricano l'acqua di strato presente.

Riscaldatore

Prima della riduzione di pressione, il gas proveniente dal pozzo viene riscaldato tramite uno scambiatore di calore gas/H₂O calda, in modo da portare la temperatura del gas a livello tale da recuperare il raffreddamento dovuto all'espansione ed evitare la formazione di ghiaccio ed idrati di metano.

La caldaia che riscalda il circuito H₂O è alimentata a metano. Munita di un camino, dell'altezza massima di 4/5 m, e di pompe per la circolazione dell'acqua, è in funzione solo durante il ciclo produttivo. Il metano viene spillato da uno o più pozzi (con circuiti alternativi in caso di fermo per manutenzione) ed il consumo, che dipende dall'umidità e dalla pressione del gas, può indicativamente aggirarsi intorno ai 2000 m³/g.

Sistema di iniezione metanolo

Un ulteriore passo per prevenire la formazione di idrati è l'iniezione di piccole quantità di metanolo, necessaria solo alle più elevate pressioni di produzione. L'utilizzo è quindi discontinuo durante la fase di avviamento della produzione. Si tratta di una unità mobile dotata di uno stoccaggio del volume di circa 3 m³. Sull'unità sono previste anche le pompe di iniezione del tipo a pistoni multitestate.

Riduttore di pressione e saracinesca

La duse di riduzione di pressione e la saracinesca sono l'interfaccia alla rete di collegamento con la centrale, in cui la pressione deve essere mantenuta costante a 75 bar. La saracinesca isola dalla rete la relativa testa pozzo.

Vasca con soffione

Serbatoio metallico, provvisto di ventilazione a pressione atmosferica (soffione). Raccoglie le acque provenienti dai separatori; in assenza dei dati reali provenienti dai pozzi, si ipotizza indicativamente un flusso pari a 765 kg/h, pari a volume di circa 120 m³, da svuotare settimanalmente. Lo svuotamento sarà effettuato per mezzo di autobotti e l'acqua avviata a depurazione o smaltimento tramite strutture certificate. Poiché le acque sono sature in metano, il camino di ventilazione, alto circa 6 metri, serve alla dispersione di queste tracce di gas in atmosfera; in base alle caratteristiche è stato calcolato che il flusso sarà di $2,765 \times 10^{-4}$ kg/h di metano e $1,6463 \times 10^{-8}$ kg/h di etano pari a 24 kg/anno di metano e circa 0,1 g/anno di etano. Lo smaltimento di acqua avviene solo durante la fase di produzione.

2.1.13 Fase di attività

Il ciclo di attività è equamente suddiviso in cicli di compressione e di produzione. Le due fasi non possono avvenire simultaneamente.

Nella fase di iniezione in giacimento durante la compressione il gas proveniente dalla centrale, già in condizioni ideali, confluisce direttamente nei pozzi ed attraverso i tubing in giacimento. In questa fase è percepibile solo un lieve sibilo proveniente dalle tubazioni e non vi è produzione di emissioni sul cluster.

Durante la produzione il gas attraversa separatore, riscaldatore e riduttore di pressione e viene convogliato alla centrale. In questa fase il rumore prodotto dal gas in depressione è maggiormente avvertibile entro il perimetro del cantiere. Vi è inoltre produzione di fumi per la combustione di circa 2000 Nm³ di metano al giorno per il riscaldatore (in funzione anche della temperatura esterna) ed il rumore prodotto dalla fiamma della caldaia e dalla pompa di circolazione, non avvertibile al di fuori dell'area dell'impianto. Vi è inoltre produzione di acqua dai separatori con emissione di circa 12 kg di metano (ogni ciclo produttivo di 6 mesi), presente come gas in soluzione nell'acqua, convogliata al serbatoio ventilato, e consumo di metanolo (pochi metri cubi al mese) durante le fasi in cui è più alto il salto di pressione.

2.1.14 Sicurezza

La sicurezza dei Cluster è affidata a un sistema di estintori portatili a CO₂ ed ad una rete di tappi idraulici per eventuali incendi che attivano il sistema di blocco della produzione e la successiva depressurizzazione automatica.

Nel Cluster B lo scarico del gas del gas di depressurizzazione avviene nel camino del soffione che pertanto dovrà avere una altezza idonea (circa 25m) a garantire un irraggiamento sostenibile in caso di accensione occasionale per scarica atmosferica e sistema automatico di spegnimento, mentre nel Cluster A lo scarico del gas del gas di depressurizzazione, avverrà nella candela di sfiato già prevista per la centrale di trattamento.

Nelle tabelle allegate sono riportati i volumi di scarico e le altezze di soffioni e candela di sfiato.

2.2 La Centrale di Stoccaggio (Tavole L-10100, ATM-10100, CA-10100, P-10900)

La centrale costituisce l'interfaccia tra il campo di stoccaggio e la rete principale dei metanodotti ed è ubicata in prossimità ad una dorsale metanifera.

La centrale svolge una duplice funzione:

- ricevere dalla rete il gas e comprimerlo per poterlo iniettare in giacimento

- trattare il gas estratto dal giacimento e riportarlo alle condizioni idonee per la distribuzione nella rete.

E' quindi dotata di un gruppo di impianti per il gas in ingresso ai pozzi e di un gruppo di impianti per il gas in uscita.

2.2.1 Tecniche di preparazione della postazione

2.2.1.1 Preparazione del sito

Il nuovo concessionario riceverà il sito privo di infrastrutture legate agli impianti di produzione; sono

previsti i seguenti lavori:

- demolizione e smaltimento di infrastrutture murarie e solette in calcestruzzo
- demolizione della recinzione preesistente
- ripristino di un sottofondo in materiale inerte (misto di cava) adeguatamente costipato e rullato

2.2.1.2 Impianto delle opere civili

La fase successiva prevede:

- messa in opera della nuova recinzione, in base alla ripermetrazione dell'area
- messa in opera dei solettoni di calcestruzzo destinati a ricevere gli impianti tecnologici,
- messa in opera delle solette di raccordo alle aree tecnologiche con canalette di raccolta delle acqua superficiali
- messa in opera della rete di canalette e tombini fino a vasca di decantazione
- messa in opera della vasca di contenimento di sicurezza per il serbatoio del glicole
- messa in opera dei basamenti e degli edifici, eventualmente prefabbricati, destinati ad accogliere magazzino, centrale di controllo ed uffici
- allestimento dei servizi (fognatura o pozzo di raccolta, allacciamento rete idrica, allacciamento linee elettriche e telefoniche).

2.2.2 Componenti dell'impianto

Le componenti principali della centrale di stoccaggio sono le seguenti:

- accesso ai cluster: manifold terminale delle condotte di raccordo ai cluster.
- accesso alla dorsale metanifera
- Impianto di compressione costituito da:
 - o n. 2 Compressori bistadio con motore a turbina
 - o n. 2 Aereorefrigeranti per ogni unità di compressione
 - o n. 4 Separatori del condensato in ingresso, intermedio e in uscita (relativi all'unità di compressione)
 - o n. 1 Riscaldatore gas (pot. 1×10^6 Kcal/h) utilizzato nella fase iniziale di produzione per ottimizzare il rendimento dell'unità di disidratazione gas. Questo riscaldatore fornisce l'acqua calda per il preriscaldamento del gas nel Cluster "A".
- Impianto di produzione costituito da:
 - o n. 2 Linee parallele costituite da Scrubber o colonna di disidratazione
 - o n. 2 Unità di rigenerazione del glicole in ciclo chiuso con le unità di disidratazione.

2.2.2.1 Manifold di connessione ai cluster

E' il punto di arrivo delle connessioni ai cluster, e include sensori di misura (flusso, temperatura, pressione, umidità ecc.) e valvola di sicurezza.

2.2.2.2 Connessione alla dorsale metanifera

Ingresso ed uscita avvengono attraverso lo stesso impianto, munito di contatore fiscale e sensori di misura: flusso, dew point e potere calorifico, in modo da tenere monitorata la qualità in ingresso ed in uscita che deve corrispondere a specifiche .

2.2.3 Ciclo di iniezione in giacimento (compressione Tavola P-10200)

La linea di compressione è costituita da due turbocompressori bistadio con capacità fino alla portata massima prevista di $8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{giorno}$, dei quali uno lavora e l'altro è di back-up.

Il ciclo di compressione prevede:

- separazione;
- 1° stadio di compressione da 8000 kPa a 1.100×10^4 kPa;
- raffreddamento;
- separazione;
- 2° stadio di compressione da 1.090×10^4 kPa a 1.600×10^4 kPa;
- raffreddamento finale;
- separazione;
- avvio ai pozzi di iniezione.

2.2.3.1 Compressori

Date le pressioni e le portate in gioco è richiesto l'uso di compressori centrifughi a turbina, bistadio: una singola turbina a gas aziona contemporaneamente ambedue gli stadi di compressione.

Ogni modulo di compressione comprende:

- il sistema di alimentazione (raccordo filtrato alla linea di alimentazione metano)
- il sistema di premiscelazione con preriscaldamento del combustibile
- la turbina
- il motore di avviamento (elettrico)
- il sistema di lubrificazione con serbatoio dell'olio
- pannelli di controllo con interfaccia informatizzata per il controllo a distanza o in rete locale
- i sistemi antincendio

Turbine ed impiantistica associata sono premontati su skid e racchiusi in carenature tipo container per limitare l'emissione acustica e proteggere le parti dagli agenti atmosferici. Gli skid sono poi fissati sui basamenti di calcestruzzo ed imbullonati tra di loro.

Il rivestimento standard prevede una scocca metallica esterna, una parete interna di acciaio traforato e, tra di esse, un riempimento in lana di roccia in funzione di smorzamento. Questa tipologia di rivestimento può essere integrata da rivestimenti interni ed esterni supplementari o sostituita da pannellature a maggiore protezione acustica.

Il modulo per le turbine ha dimensioni di circa $11 \times 5 \times 4,5$ metri con torrette fino a 6-7 metri; l'emissione acustica standard di queste turbine rientra negli 85 dB(A) ad 1 metro di distanza dalla carenatura.

Il compressore è in funzione per cicli di sei mesi ogni dodici, durante il periodo primaverile/estivo.

Tabella indicativa delle caratteristiche:

	DLE			
Potenza in uscita all'asse	11615	KW		
Efficienza	32,31	%		
Flusso di calore	11121	KJ/KWh		
Flusso gas di scarico	46,94	Kg/s		
Temperatura gas di scarico	484,9	°C		
Tipo di bruciatore	Dry/water/steam	Carico (%)	No _x (ppm)	CO (ppm)
DLN	Dry	100	15	20
DLN	Dry	50	15	80

2.2.3.2 *Separatori*

Sono dispositivi cilindrici in cui scorre il gas; nella parte inferiore viene raccolta l'acqua che si separa dal gas per condensazione e viene avviata alla cisterna di raccolta. L'acqua è presente come umidità condensata nel gas; ad ogni fase di raffreddamento successiva alla compressione inoltre si ottiene una condensazione ulteriore, con disidratazione più spinta, così che sia richiesto un separatore dopo ogni ulteriore fase di raffreddamento. L'ultimo separatore della serie è in uscita dal ciclo, prima dell'immissione al manifold di collegamento ai cluster.

I separatori sono in funzione solo durante i sei mesi di attività di iniezione in giacimento (compressione).

2.2.4 *Ciclo di Produzione (Tavole P-10300, P 10400)*

Il ciclo di produzione prevede che il gas, in arrivo dai cluster già privato della frazione di acqua più abbondante, sia disidratato in una colonna di disidratazione a trietilenglicole (TEG) e, passato attraverso un semplice separatore, sia avviato alla rete di distribuzione. Il TEG utilizzato per la disidratazione deve subire un processo di rigenerazione per poter essere riutilizzato nel ciclo.

Nella centrale di stoccaggio saranno presenti:

- n. 2 torri di disidratazione a TEG ("scrubbers") con separatore incorporato;

mentre nel Cluster A:

- n. 2 circuiti di rigenerazione, uno per ogni torre di disidratazione.

Nel caso in cui per esigenze contingenti (forte carenza di gas in Italia) si debba intaccare parte del cushion gas si farà ricorso al "ciclo di emergenza" che prevede di estrarre gas dai pozzi fino ad una pressione di testa pozzo pari a soli 45 bar.

Conseguentemente, per poter entrare nella rete di distribuzione (normalmente a 70/75 bar) si dovrà di comprimere il gas (Tavola P-10400).

2.2.4.1 *Torri di disidratazione (Tavola P-10700)*

Si tratterà di separatori compatti, con tecnologia detta colonna a pacco strutturato: si presentano come torri metalliche cilindriche, alte circa 12 metri e larghe 2 m circa. Il cuore del sistema sono 4 "pacchi strutturati", lunghi ciascuno circa 2,5 m, dove il gas fluisce in controcorrente il TEG immesso dall'alto cedendo tutte le molecole di acqua contenute. Nella torre di disidratazione il gas, immesso dal basso, fuoriesce nella parte alta della torre ed è avviato al separatore; il TEG viene pompato dall'alto e scorre verso il basso lungo le strutture dei pacchi dove assorbe per contatto le molecole d'acqua presenti nel gas. I due flussi in controcorrente nella configurazione a pacco strutturato assicurano la miglior resa del processo con il minimo ingombro di impianto. Il livello del TEG nel pacco terminale è mantenuto sotto controllo dalla valvola di deflusso.

Le torri possono funzionare singolarmente o in contemporanea, a seconda della quantità di gas estratta dal giacimento.

Sono dotate di separatore nella parte bassa (zona ingresso gas) e di piatto camino per il trasferimento alla parte superiore ove avviene la disidratazione.

Il TEG si raccoglie sul piatto camino e viene trasferito, in controllo di livello al ciclo di rigenerazione.

2.2.4.3 *Il ciclo di rigenerazione del TEG (ubicato nel Cluster A)*

Il TEG in uscita dalla colonna di disidratazione è saturo di metano e di acqua, per cui richiede una prima separazione, filtraggio, eliminazione dell'acqua per riscaldamento, raffreddamento e reimmissione nel serbatoio per il ricircolo.

Tutta l'impiantistica per ogni linea di rigenerazione è assemblata su skid in modo da essere compatta e richiedere tempi brevi di installazione in sito.

I passi del processo sono i seguenti:

- Il TEG in uscita dalla colonna di disidratazione è avviato ad uno scambiatore installato sulla colonna di distillazione e poi ad uno separatore in cui gran parte della fase gassosa viene estratta.
- Il gas in uscita da questo separatore (“flash drum”) è bruciato mediante una lancia dedicata nella caldaia del rigeneratore.
- Il TEG in uscita attraversa una serie di filtri (meccanici a 10 m e chimici a carbone attivo) del volume di circa 0.5 m³. I filtri meccanici richiedono una sostituzione ogni 3-4 mesi, i filtri a carbone una sostituzione annuale.
- Dopo il filtraggio il TEG è sottoposto a riscaldamento in uno scambiatore di calore in controcorrente con il glicole rigeneratore ed inviato alla colonna di distillazione e quindi al ribollitore.
- Il glicole riconcentrato viene riemesso nella torre di disidratazione mediante pompe alternative.
- I gas di coda della rigenerazione vengono inviati alla lancia dedicata alla termodistruzione.

2.2.4.4 Sicurezza

La sicurezza della centrale di stoccaggio è affidata ad una rete di sensori di perdita di gas, alla rete di monitoraggio della pressione (collegata automaticamente a sistemi di blocco in caso di caduta di pressione) ed alla rete di monitoraggio della temperatura. In caso di incendio tutti i collegamenti tra le varie sezioni dell'impianto sono intercettati da valvole di sicurezza ed il gas presente nelle singole sezioni è deviato tramite valvole automatiche della candela fredda ove è previsto un sistema di spegnimento in caso di accensione occasionale per scariche atmosferiche.

2.2.5 Operatività della Centrale di Stoccaggio

2.2.5.1 Fase di produzione

Durante la fase di produzione il gas naturale arriva in centrale dai cluster, attraversa una torre di disidratazione a TEG, viene misurato e immesso in rete.

Il TEG utilizzato deve essere disidratato e rigenerato, per cui all'uscita dalla torre a pacchi strutturati è immesso nel circuito di rigenerazione. Dopo le fasi di separazione, filtraggio e disidratazione è reimesso nel circuito.

In questa fase sono in funzione solo la caldaia per il riscaldamento del glicole nella colonna di disidratazione TEG e le pompe di circolazione del TEG.

Per questione di ottimizzazione degli spazi e per il rispetto delle distanze di sicurezza, il sistema di rigenerazione del TEG, di riscaldamento gas e la candela fredda sono ubicati nel Cluster A adiacente alla centrale di trattamento.

2.2.5.2 Fase di iniezione in giacimento (compressione)

Durante la fase di compressione il gas in arrivo dal metanodotto viene compresso tramite il compressore bistadio azionato dalla turbina. Il gas subisce due cicli di raffreddamento attraverso gli scambiatori e viene avviato ai cluster.

La turbina è alimentata da metano spillato a media pressione dalla linea e portato alla pressione di alimentazione (mediamente 26 bar) da un riduttore di pressione, con adeguata separazione del condensato poiché deve essere completamente anidro e privo di idrocarburi per garantire gli standard di rendimento, di emissioni e mantenere pulita la camera di combustione.

Il raffreddamento intermedio e terminale post-compressione avviene tramite scambiatori a circolazione d'aria forzata tramite motore elettrico (aereorefrigeranti).

2.3 Metanodotti di collegamento ai cluster

I due cluster devono essere connessi alla centrale con un metanodotto, che svolga ambedue le funzioni, alternativamente, di produzione ed iniezione.

2.3.1 Scelta dell'ubicazione delle condotte (Vedere Tavola allegata)

Il Cluster A è adiacente alla centrale quindi il collegamento sarà praticamente entro l'area di cantiere.

Per l'individuazione del tracciato di collegamento del Cluster B si è privilegiato l'uso preferenziale della fascia di rispetto delle Strade Provinciali esistenti e di quelle in fase di realizzazione (Progetto Esecutivo della Provincia di Lodi relativo ad "Adeguamento alla Classe C1, secondo il DM 5/11/2001, relativo al tratto compreso tra il Casello dell'Autostrada A1 e lo svincolo della Strada Statale n° 9 Via Emilia", approvato con Delibera della Giunta Provinciale n° 179 del 23/11/2006 ed approvato come "Variante Urbanistica" dal Consiglio Comunale del Comune di Cornegliano Laudense con delibera n° 2 del 26/2/2007).

In particolare, usciti dall'area del Cluster B ci si collega, a nord della Cascina Bossa, alla fascia di rispetto della nuova Strada Provinciale in fase di realizzazione e se ne segue il tracciato verso sud; si piega poi verso nord-ovest lungo la S.P. 186 fino ad incontrare e superare la ex S.S. 235; si piega quindi verso sud-ovest attraverso i campi per collegarsi al Cluster A, dopo aver superato la Roggia Cavallona.

2.3.2 Individuazione della tipologia di pipeline

Le condotte interrate per il collegamento tra cluster e centrale sono dimensionate in base alle portate ed alla pressione di esercizio prevista, che varia in un range compreso tra 45 bar in fase di produzione e 161 bar in fase di iniezione.

Saranno pertanto utilizzati tubi da 16" di diametro interno (40,3 cm).

Per il collegamento al Cluster B, si seguiranno le norme previste dal D.M. 24 novembre 1984 con particolare riguardo a:

- spessore della tubazione
- protezione anticorrosione
- protezione catodica
- controllo di tutte le saldature tramite raggi X
- trincee protette con sfiati e localmente incamicatura doppia di sicurezza con sfiati.

2.3.3 Tecniche di preparazione dei tracciati

2.3.3.1 Preparazione del tracciato e scavo della trincea

Individuati i tracciati, concluse le fasi autorizzative necessarie e concluse le fasi contrattuali per le parti dei tracciati non ancora sottoposte a servitù mineraria, la trincea per la posa della condotta verrà "materializzata" tramite una serie di picchetti. Localmente si potrebbe ricorrere a metodi geofisici (geo-radar) per individuare esattamente la presenza delle preesistenti tubazioni.

La trincea viene aperta mediante pala meccanica, con eventuale preparazione dello scavo tramite taglio per parti del percorso che fossero asfaltate o ricoperte da platee cementate.

Nella fase di scavo saranno recuperate, a sezioni successive, le vecchie tubazioni ove esistenti, ed avviate a riciclaggio.

Il terreno di scavo viene accantonato a lato della trincea, e la livelletta del fondo costantemente monitorata.

Come prescritto dal D.M. 24 novembre 1984, la condotta sarà in nuda terra nei tratti a sufficiente distanza di sicurezza da manufatti; quando non sarà possibile, la trincea dovrà essere adeguata con rivestimenti in calcestruzzo, setti di separazione trasversali e sfiati come prescritto, ed in alcuni casi, per maggiore sicurezza, da una condotta coassiale con sfiati come negli attraversamenti.

La trincea sarà eseguita per tratti omogenei successivi, in collegamento ai "punti critici" (attraversamenti) che saranno i primi ad essere predisposti, richiedendo più tempo di esecuzione. I tempi operativi sono incerti poiché dipenderanno dalle condizioni in cui si trovano i preesistenti materiali da asportare in sicurezza, e dalla tipologia di trincea che sarà adottata in base alle specifiche progettuali da concordarsi con UNMIG nei tratti in prossimità di edifici ed infrastrutture.

Normalmente una tratta di 200 m dovrebbe essere aperte e ripristinata in un arco di tempo variabile dai 4 ai 7 giorni lavorativi.

Attraversamenti di assi viari ad elevata percorrenza avverranno in sotterraneo, preparando ai lati fosse di adeguata profondità per ospitare uno spingitubi; in questo modo vengono direttamente messe in opera le protezioni della incamiciatura doppia di sicurezza, poi sigillate e collegate a sfiati regolamentari.

Attraversamenti di corsi d'acqua potranno avvenire o con spingitubi, o in scavo subalveo con interruzione temporanea del flusso idrico, o tramite ponte (come già preesistente sul Canale Muzza).

La scelta dipenderà, oltre che da valutazioni tecniche, anche da accordi con gli Enti Locali e con gli Enti Gestori dei corpi idrici durante la stesura del progetto esecutivo.

Ogni punto di attraversamento, in funzione delle opere richieste, potrebbe richiedere dai 15 ai 40 giorni lavorativi.

2.3.3.2 Saldatura delle sezioni e controllo

Le singole tubazioni, della lunghezza di 9 m, saranno posate a lato della trincea su adeguati supporti mediante gruetta. Un attrezzo dedicato viene poi utilizzato dalla squadra di saldatura per consentire l'accostamento di precisione di due sezioni successive della condotta. La saldatura per fusione con apporto di materiale viene eseguita dopo controllo dello stato delle estremità; le unità sono alimentate da gruppi elettrogeni autonomi. A raffreddamento avvenuto viene controllata da una squadra apposita mediante raggi X. Se risulta una minima imperfezione la saldatura va troncata e nuovamente eseguita.

L'area di saldatura, ovviamente non protetta dal rivestimento del tubo, viene successivamente rivestita con fasce catramate ad alta resistenza. Tutta la condotta è poi controllata con un conduttivimetro anulare che identifica la minima falla entro i materiali di rivestimento, per garantire il massimo isolamento all'acqua.

La saldatura degli spezzoni viene eseguita per la massima lunghezza possibile in modo da ridurre la torsione durante la calata.

Nel caso di attraversamenti predisposti con spingitubo, le sezioni necessarie sono saldate e controllate nella trincea, e poi fatte avanzare entro la tubazione predisposta su carrellini di centraggio appositi.

2.3.3.3 Posa del metanodotto

La condotta, così saldata, viene imbragata con fasce di tessuto ad alta resistenza tramite gru semoventi e calata per lunghi tratti entro la trincea, direttamente sul fondo.

Il collegamento agli attraversamenti già predisposti viene effettuato dentro la trincea per poter eseguire saldature e controlli del rivestimento, le sezioni poggiano allora su supporti di legno, che sono poi eliminati.

Se le condizioni di vicinanza a manufatti lo richiedono, come da D.M. 24/11/84, la tubatura deve essere posata su un letto di sabbia omogenea e ricoperta da sabbia omogenea, il tutto rivestito da un "tappo" di terreno argilloso con appositi sfiati predisposti.

Emissioni da area centrale

	Scarichi in atmosfera	Rumore	Durata funzionamento
<i>Punti di emissione 1 e 2 centrale</i>			
2 turbocompressori azionati da turbina a gas	Dati emissioni turbina cad. (potenza in uscita all'asse 11615 kW) portata gas scarico 46,94 kg/s temperatura scarico 484,9 °C Nox 15 ppm CO (ppm) 100/50 % carico 20/80 ppm	minore di 85 dBA ad 1 m da carenatura	iniezione
serbatoio acqua di processo	non quantificabile, estremamente bassa		produzione
Vasche prima pioggia: - acque semioleose - acque chiare	non quantificabile, estremamente bassa		continuo

Emissioni da area cluster A:

	Scarichi in atmosfera	Durata funzionamento
<p>Punto di emissione 5 cluster A</p> <p>1 riscaldatore acqua e gas</p> <p>2.000.000 kcal/h</p>	<p>Alimentazione caldaia:</p> <p>Combustione CH₄: 200 Nm³/h</p> <p>Altezza camino max 4,5 m</p> <p>Diametro camino 0,152</p> <p>T fumi circa 400°C</p>	<p>produzione</p>
<p>Punti di emissione 3 e 4 cluster A</p> <p>2 riscaldatori unità rigenerazione glicole</p> <p>(combustione gas di coda)</p> <p>cad 2.000.000 kcal/h</p>	<p>Alimentazione caldaia:</p> <p>Combustione CH₄: 200 Nm³/h</p> <p>Altezza camino max 4,5 m</p> <p>Diametro camino 0,152</p> <p>T fumi circa 400°C</p>	<p>produzione</p>
<p>Punto di emissione 2 cluster A</p> <p>1 serbatoio acqua di processo</p> <p>+ 1 soffione</p>	<p>Flusso acque di strato da separatori: 765 kg/h</p> <p>Volume serbatoio 120 m³</p> <p><u>Emissioni da ventilazione serbatoio:</u></p> <p>metano $2,765 \times 10^{-4}$ kg/h</p> <p>etano $1,6463 \times 10^{-8}$ kg/h</p> <p>Altezza camino 6 m</p> <p>Diametro Camino 0,4 m</p> <p>T fumi= atmosferica</p>	<p>produzione</p>
<p>Punto di emissione 1 cluster A</p> <p>1 candela (fredda)</p>	<p><u>Volumi da depressurizzare in 15'</u> (fino ad 8 bara):</p> <ul style="list-style-type: none"> - 20 m³ di CH₄ a 160 barg (da cluster A) - 150 m³ di CH₄ a 80 barg (da Centrale) <p>Portata max iniziale 123.888 kg/h</p> <p>Raggio area di rispetto per calcolo altezza candela = 30 m</p> <p>Altezza camino = 49 m</p> <p>Diametro Camino 16"</p> <p>T iniziale CH₄ in uscita = - 32,38 °C</p> <p>(la candela dovrà essere dotata di sistema di spegnimento)</p>	<p>depressurizzazione di emergenza</p> <p>cluster A e Centrale</p>

Emissioni da area cluster B:

	Scarichi in atmosfera	Durata funzionamento
<p><i>Punto di emissione 2 cluster B</i> 1 riscaldatore acqua 1.000.000 kcal/h</p>	<p><u>Alimentazione caldaia:</u> Combustione di CH₄: 100 Nm³/h Altezza camino max 4,5 m Diametro camino 0,152 T fumi circa 400°C</p>	fase di produzione
<p><i>Punto di emissione 1 cluster B</i> 1 serbatoio acqua di processo + 1 soffione</p>	<p>Flusso acque di strato da separatori: 765 kg/h Volume serbatoio 120 m³ <u>Emissioni da ventilazione serbatoio:</u> <i>metano</i> $2,765 \times 10^{-4}$ kg/h <i>etano</i> $1,6463 \times 10^{-8}$ kg/h Altezza camino 6 m Diametro Camino 0,4 m T fumi= atmosferica</p>	produzione
<p><i>Punto di emissione 1 cluster B</i> 1 serbatoio acqua di processo + 1 soffione (funzione di candela fredda in caso di emergenza)</p>	<p><u>Volumi da depressurizzare</u> in 15' (fino ad 8 bara): 44 m³ di CH₄ a 160 barg Portata max iniziale 77.632 Kg/h Raggio area di rispetto per calcolo altezza candela = 25 m Altezza camino = 36 m Diametro Camino 0,323m T iniziale CH₄ in uscita = - 58,55 °C <i>(il soffione dovrà essere dotato di sistema di spegnimento)</i></p>	depressurizzazione di emergenza