

COMUNE DI SANTA BRIGIDA

Provincia di Bergamo

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

**SISTEMAZIONE DISSESTO EX MINIERE (CAVA
CARALE) NEL COMUNE DI SANTA BRIGIDA**

- LEGGE 18 MAGGIO 1989 N° 183 (PROGRAMMA 2001-2003) -

RELAZIONE TECNICA – ILLUSTRATIVA

E QUADRO ECONOMICO

COMMITTENTE: COMUNE DI SANTA BRIGIDA

**I TECNICI: DR. GEOL. MARIO SPADA
DR. ING. LUCA RUDELLI
DR. GEOL. GIAN MARCO ORLANDI
DR. GEOL. SUSANNA BIANCHI**

GIUGNO 2005

INDICE

1.0 PREMESSE E MOTIVAZIONE DELL'INTERVENTO	3
2.0 ITER TECNICO AMMINISTRATIVO	4
3.0 IPOTESI DI INTERVENTO ED OPERE DI PROGETTO	6

1.0 PREMESSE E MOTIVAZIONE DELL'INTERVENTO

Alcuni interventi previsti nel presente progetto sono estremamente complessi e non possono utilizzare esperienze analoghe.

E' per le motivazioni predette che si è cercato il supporto di 3 Docenti del Politecnico di Milano: Prof. Ing. Passoni (Idraulica Marittima), Prof. Ing. Nova (Geotecnica) e Prof. Ing. Bertolini (Tecnologia dei materiali costruttivi).

Nelle premesse della relazione del Prof. Ing. Nova e del dr. Ing. Castellanza viene illustrato l'esempio del degrado delle miniere della Lorena e delle conseguenze che sono derivate e derivano dallo stesso.

La situazione anche a Santa Brigida è molto seria perché oltre al degrado naturale del materiale vi sono gallerie piene d'acqua immediatamente a monte del paese.

In caso di cedimento e/o collasso dei pilastri l'acqua in uscita potrebbe spazzare via il paese come a Prestavel 10 anni fa.

Fortunatamente oggi non ci si trova a livello di collasso ma l'alterazione dei pilastri in gesso e la trasformazione dell'anidride in gesso porta naturalmente, in tempi medi, a questa situazione.

Lo stato delle gallerie, specialmente per quelle profonde, è pessimo e gli afflussi sono rilevanti per cui è improponibile lo svuotamento delle stesse per attuare il successivo riempimento.

Per ribadire quanto affermato dalle verifiche eseguite sulle gallerie superficiali le zone profonde non sono raggiungibili e per gli eventuali Operatori il rischio vita è estremamente rilevante.

Dal quadro illustrato deriva che l'unica possibilità di risanamento è quella di iniettare materiale dall'alto in acqua e sono queste le motivazioni delle scelte progettuali.

In questa fase oltre a valutare le possibilità di riempimento, sia pur parziale, delle cavità profonde si cercherà di verificare la tipologia e le caratteristiche anche quantitative dei materiali da iniettare e la rispondenza degli stessi in acque ad elevato grado di solfatazione.

2.0 ITER TECNICO AMMINISTRATIVO

La presente relazione ha lo scopo di illustrare e motivare le scelte che sono alla base del progetto preliminare di “Sistemazione del dissesto delle ex miniere in Comune di Santa Brigida”.

I lavori del presente progetto sono stati finanziati dalla Regione Lombardia per un importo di € 516.456,90 con la Legge 18 maggio 1989 n° 183 nel programma triennale 2001-2003.

In seguito alla conferma del finanziamento di cui sopra il Comune ha affidato agli Scriventi la predisposizione del presente progetto, in quanto già ha conoscenza delle problematiche in essere per aver seguito studi, verifiche e contatti con gli Enti fin dal 1996.

Nel Comune di Santa Brigida esistono 3 aree che sono attualmente vincolate quali aree a grave rischio idrogeologico ai sensi della L. 267/98; tali aree rappresentano le ex zone minerarie in cui in passato è stato estratto gesso in sotterraneo e sono distribuite in 3 poli denominati rispettivamente Bolferino-Grassello, Cornello e Carale (vedi tav. n° 1).

Tale attività estrattiva pregressa ha creato una serie di squilibri ed alterazioni a carattere geologico-idrogeologico tali da far perimetrare le zone con la Legge “Sarno” ed attivare una serie di procedure per lo studio e le ipotesi di consolidamento.

Nel periodo 2001-2003, proprio in seguito all’inserimento delle aree tra quelle a grave rischio idrogeologico, la Regione Lombardia ha finanziato con una coda dell’ordinanza per l’alluvione del novembre 2000, anche a causa dell’aggravamento di alcune problematiche già esistente, una serie di studi a carattere geologico, geologico-tecnico, idrogeologico, ecc. per la comprensione del quadro di rischio idrogeologico dell’area e della richiesta di fondi per la sistemazione.

Tali studi si sono concentrati con maggiore attenzione sulla “cava Carale”, che è quella ritenuta, in accordo con gli Enti superiori, a maggiori rischio, sia per le particolari condizioni in cui versano le gallerie (che sono completamente allagate) sia per la presenza di un abitato immediatamente a valle (per maggiori dettagli è possibile fare riferimento alle relazioni specialistiche allegate).

In data 19/05/2005 si è svolta presso la Regione Lombardia una riunione, convocata dal Comune di Santa Brigida a cui sono stati invitati tutti gli Enti e le persone interessate al presente lavoro, per illustrare e discutere il progetto preliminare.

In seguito alle risultanze di tale riunione la Regione Lombardia ha avvallato il passaggio al successivo grado di progettazione e lo STER di Bergamo ha espresso parere favorevole, con la richiesta di affrontare alcune problematiche (dettaglio del quadro idrogeologico, fattibilità e operatività dei lotti successivi, reperibilità dei materiali da iniettare, modalità di monitoraggio), problematiche oggetto di approfondimenti specifici nel presente progetto.

3.0 IPOTESI DI INTERVENTO ED OPERE DI PROGETTO

I problemi cui è necessario porre rimedio sono quelli analizzati nel par. 8.0 della relazione geologico-tecnica di supporto al presente studio e precisamente:

- 1- fenomeni di instabilità del versante
- 2- alterazione del regime idrogeologico

fra questi il problema più evidente ed immediato è il primo, ma il secondo è quello che desta le maggiori preoccupazioni per il futuro dell'area, su cui si incentra il presente progetto.

Lo stesso può configurarsi come una sorta di 1° lotto di intervento, anche in considerazione del fatto che un altro finanziamento è già stato assegnato per un importo di € 1.000.000,00 (L. 179/2002 art. 16) e che vi è la disponibilità, in caso di risultati incoraggianti delle opere realizzate, a cercare la restante parte dei per la completa messa in sicurezza dell'area.

Nel presente progetto di intervento sono state inserite alcune opere fondamentali a carattere tradizionale (predisposizione cantiere, messa in sicurezza aree, opere di smaltimento delle acque nel sottosuolo) ed una consistente parte relativa ai pompaggi per il riempimento dell'ultimo livello (circa 5000 mc. di materiale), in modo da verificare le ipotesi di lavoro ed apportarvi i necessari adattamenti ed adeguamenti, anche per i successivi lotti di intervento.

In sintesi il presente progetto prevede le seguente classi di opere:

- Opere di preparazione del cantiere e messa in sicurezza delle aree
- Raccolta e smaltimento acque profonde con drenaggi suborizzontali
- Realizzazioni delle iniezioni di consolidamento nell'ultimo livello

Mentre tali lavori saranno eseguiti si procederà in modo temporizzato ad una serie di controlli e monitoraggi sia sui lavori che sulla situazione delle aree limitrofe al cantiere.

Le opere per la predisposizione del cantiere e la messa in sicurezza delle aree in cui opereranno mezzi e uomini sono interventi tradizionali (movimenti terra, disgaggi, chiodature, ecc.), anche se necessitano della doverosa attenzione.

Gli aspetti sulle iniezioni e sul drenaggio delle acque sotterranee sono interventi necessitano delle opportune verifiche e calibrature e che si vanno di seguito a dettagliare.

Realizzazione delle iniezioni di consolidamento

Si tratta chiaramente di un problema tecnico ed operativo estremamente complesso e di un intervento per cui non esistono, a conoscenza degli Scriventi che hanno fatto verifiche e ricerche anche presso Istituti Universitari, esperienze precedenti analoghe, soprattutto per quello che riguarda le particolari condizioni al contorno:

- roccia incassante costituita da gesso in alterazione
- gallerie completamente allagate
- ambiente molto aggressivo per presenza di acque solfate a residuo altissimo
- inaccessibilità del livello inferiore

Il primo problema da affrontare è quello della scelta delle miscele da iniettare, miscele che devono possedere una serie di caratteristiche specifiche e precisamente:

- essere iniettabili ed avere la massima mobilità
- essere in grado di consolidare in acqua di raggiungere comunque discrete caratteristiche geotecniche
- poter resistere anche in presenza di acque solfate

- avere una permeabilità molto bassa
- avere un costo contenuto

Per quanto riguarda l'aspetto di riduzione dei costi, in considerazione delle elevate quantità di materiale da iniettare, l'unica ipotesi proponibile è quella di utilizzare, per la percentuale maggiore della miscela, materiali a costo molto basso o nullo.

Considerata anche la necessità di un basso grado di permeabilità e di una buona fluidità si è pensato all'utilizzo di limi ed argille, che potrebbero essere reperiti, in parte, dagli scavi edilizi nella zona di Santa Brigida e che come tali potrebbero essere portati al cantiere a costo zero.

A questi materiali si è pensato di aggiungere un legante idraulico quale il cemento, in modo che la miscela possa:

- consolidare e compattare grazie all'azione del cemento
- restare sufficientemente fluida e plastica
- essere resistente nei confronti delle acque solfate
- avere un basso peso specifico in raffronto all'incassante.

Vista la complessità del problema sono state attivate delle sperimentazioni con il Politecnico di Milano (Dipartimenti di Ingegneria Strutturale – Idraulica – Chimica dei materiali), sperimentazioni in parte già eseguite ed in parte ancora in corso ed in via di completamento per l'ottimizzazione di alcuni dettagli relativi alle percentuali relative dei componenti e sui trattamenti e gli accorgimenti per una corretta fluidità ed iniettabilità.

I parametri più complessi da valutare restano quelli relativi all'iniezione nelle gallerie vere e proprie ed il comportamento in termini di fluidità e consolidamento alla scala

dell'intervento, in quanto anche se le prove di laboratorio hanno fornito risultati incoraggianti la verifica vera è quella in sede esecutiva.

In questo primo intervento è previsto di intervenire con le iniezioni nella parte terminale dell'ultimo livello, che rappresenta la zona più accessibile per la realizzazione delle perforazioni di iniezione e che è quella più vicina all'abitato, il cui riempimento darebbe, quindi, un importante contributo alla salvaguardia dello stesso.

In questa porzione la morfologia del terreno consente di poter realizzare una buona maglia di fori di intercettazione dell'ultimo livello (di cui due già esistenti) e di procedere con le iniezioni in modo controllato.

In dettaglio si inizierà ad iniettare dal pozzo esistente, che intercetta l'ultimo livello nel punto più basso, e si utilizzeranno i fori vicini realizzati per controllare sia la mobilità della miscela sia il suo consolidamento nel tempo.

Successivamente si procederà ad iniettare negli altri fori con una maglia ed una modalità che sarà tarata in base alla prima fase del lavoro.

In considerazione del fatto che il comportamento della miscela nella gallerie è ancora incerto, per le differenti condizioni al contorno e per un netto fattore scala tra il laboratorio ed il cantiere, oltre ai controlli sopra indicati è previsto un proseguimento delle convenzioni e delle consulenze con il Politecnico di Milano, per valutare i risultati ed eventualmente apportare, con un supporto tecnico e di laboratorio, le necessarie modifiche alle miscele per ottimizzarne la funzionalità (eventuali additivi, modifica della percentuali degli elementi, ecc.).

In questo modo si ritiene di poter affrontare in modo oculato le problematiche tecniche e di cantiere e giungere ad una soluzione di intervento, in ipotesi, corretta.

La stessa sarà da utilizzare nei successivi lotti di lavoro, dove le condizioni logistiche e morfologiche rendono più complessa ancora l'iniezione (necessità di perforazioni più lunghe e costose, fori inclinati con problemi di controllo, ecc.)

Raccolta e smaltimento acque profonde con drenaggi suborizzontali

Insieme all'intervento di riempimento e tamponamento delle cavità diventa fondamentale, perchè il tutto possa avere risultati corretti, potenziare al massimo tutto il sistema di raccolta e smaltimento delle acque, sia superficiali che profonde, in modo da garantire alle stesse un corretto sfogo ed evitare la creazione di sovrappressioni e/o spinte anomale.

Per quanto riguarda le acque superficiali il Comune di Santa Brigida ha recentemente provveduto, con l'aiuto della Provincia di Bergamo, a realizzare il sistema di raccolta ed adduzione ad idoneo recapito delle acque della strada provinciale e questo è sicuramente un elemento molto positivo.

Ulteriori opere di raccolta (per esempio lungo la mulattiera) potranno essere realizzati nei lotti successivi.

Considerando però che il bacino idrografico a monte della zona Carale è costituito da dolomie e depositi di versante, tutti materiali con una elevatissima permeabilità e con un grande deflusso sotterraneo ed in base alla particolare struttura idrogeologica dell'area (vedi relazione idrogeologica) diventa essenziale prevedere degli interventi che consentano di drenare le acque sotterranee.

Questo aspetto diventa ancor più essenziale nel momento in cui si interviene a tamponare le gallerie, che adesso rappresentano la via di deflusso preferenziale dell'acqua.

Da quanto illustrato si evince che si deve dare la possibilità alle acque sotterranee di venire a giorno senza creare problemi o sovrappressioni anomale.

La soluzione ottimale studiata per questo aspetto è quella di realizzare dei drenaggi suborizzontali.

I drenaggi suborizzontali sono un intervento abitualmente utilizzato per la stabilizzazione di frane e dissesti; nel caso specifico la difficoltà è di tipo tecnico legata alla lunghezza dei dreni da realizzare: è infatti essenziale che tali dreni si spingano fino alla zona di contatto tettonico per fare scaricare le acque in afflusso da monte.

Anche in base alle indicazioni verbali fornite dai Responsabili attuali della Nuova SIGA sulla base di vecchie perforazioni eseguite in avanzamento nelle gallerie, la zona ricca di acqua è la parte terminale del giacimento dei gessi, in contatto con la parte di carniole, limi e terreni di alterazione, zone ricca di acqua per l'alimentazione in condotti, cavità e fratture da parte del bacino di dolomia del Disner.

I dreni devono raggiungere questa zona, in quanto è fondamentale raggiungere il materasso di contatto soprassaturo.

Ciò significa, in base alla morfologia ed alle possibilità logistiche attuali, dover realizzare una perforazione di circa 100 metri, partendo da sopra il livello n° 2; il raggiungimento della dolomia può non essere indispensabile.

E' un intervento fattibile, anche perchè la perforazione avverrà per la maggior parte nei gessi, ma è evidente che i costi sono importanti e che sono necessari accorgimenti tecnici, quali operare a cannocchiale, con diametri di perforazione in riduzione e controllare la deflessione delle aste in avanzamento, in modo da garantire una pendenza corretta al foro finito.

In questo progetto è stato ipotizzato un ombrello di 6 dreni, per coprire la zona del filone dei gessi e le zone limitrofe di contatto, per drenare al massimo le acque.

I drenaggi saranno realizzati prima dell'inizio delle iniezioni, in modo da monitorare le portate in uscita sia prima che durante che dopo i lavori, per verificare le variazioni (aumenti di portata in seguito al tamponamento sarebbero una verifica della bontà degli interventi in corso).

Controlli e monitoraggi

Durante tutto il periodo delle indagini e dei pompaggi l'area è stata tenuta sotto controllo con un sistema di monitoraggio topografico.

E' evidente che durante i lavori non solo questo sistema verrà mantenuto, ma sarà potenziato adeguatamente sia con la posa di nuovi capisaldi e di ulteriori punti di verifica, sia sul terreno interno alle cave che, soprattutto, nelle vicinanze delle abitazioni ed in sede esecutiva verranno previste delle verifiche temporizzate.

L'altro aspetto da verificare attentamente in sede operativa è quello idrogeologico: per fare ciò verranno eseguite le misure delle portate dei dreni, dello scarico di fondo e dei livelli di falda nei piezometri; inoltre è previsto il potenziamento di questo sistema di controllo con la realizzazione di 3 nuovi piezometri nella zona dell'abitato di Carale ed il controllo di alcune emergenze a valle della zona di intervento per valutare eventuali dispersioni del materiale iniettato.