



ROCK - SOIL TECHNOLOGY AND EQUIPMENTS

www.drillpac.com



DIAVIK DIAMONDS (CANADA)

IMPERMEABILIZZAZIONI



DIAVIK DIAMONDS (LAC DE GRAS, NORTH-WEST TERRITORIES – YELLOWKNIFE - CANADA)

PROGETTO:

Trattamento di impermeabilizzazione in Jet Grouting su una diga in pietra.

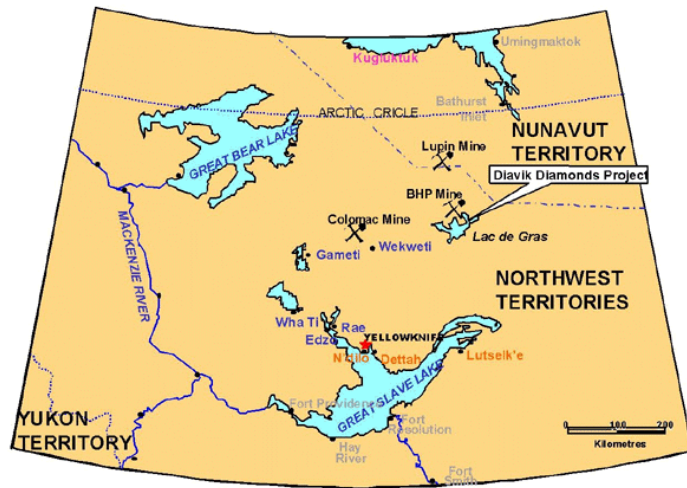
PERIODO DI ESECUZIONE:

Novembre 2001 – Luglio 2002

COMMITTENTE:

Lac De Gras Constructors

Fig.1. Ubicazione geografica del sito d'opera.



Introduzione.

Il Diavik Diamonds Project è un progetto per la costruzione di una miniera di diamanti a cielo aperto, realizzato in joint venture tra la DDMI inglese (60%) e l' Aber Diamond Mines canadese (40%). Il giacimento è stato scoperto sotto le acque del Lac

de Gras (Fig. 1), un grande lago situato nei Territori del NW del Canada, a circa 300 km a nord-est della città di Yellowknife. Si tratta di un'area inospitale caratterizzata da laghi, isole disabitate (Fig. 2) e da un clima proibitivo, con temperature che d'inverno arrivano fino a -50°C e d'estate a $+10^{\circ}\text{C}$. La miniera è raggiungibile solo per via aerea oppure, nei mesi più freddi, tra gennaio e marzo, percorrendo una ice road. Sulla più grande delle isole che occupano il lago, è stato costruito un campo totalmente autonomo, in grado di ospitare fino a 1000 persone, completo di dormitori, mense, uffici, laboratori, officine ed aeroporto.

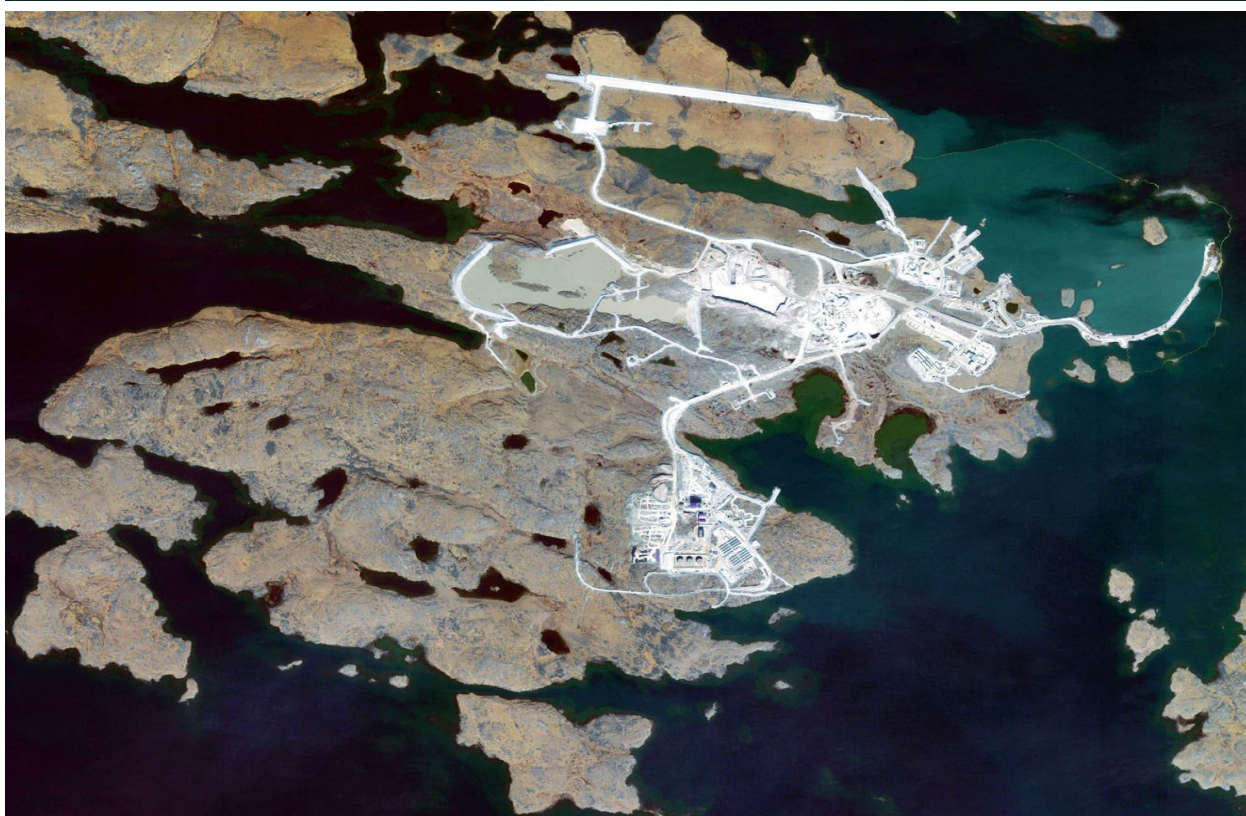


Fig. 2. Vista aerea della zona della futura miniera.

Metodologia di lavoro.

Il progetto prevedeva le seguenti fasi lavorative:

- costruzione di dighe in pietrame (Fig. 3) intorno al giacimento, per isolarlo dall'interno del lago;
- realizzazione di un diaframma plastico impermeabile nel corpo diga, spinto fino al raggiungimento del substrato roccioso;
- cucitura tra il piede delle paratie ed il substrato roccioso attraverso iniezioni con la tecnica Jet Grouting e realizzazione di uno schermo impermeabile, sempre in Jet Grouting, in alcune zone a ridosso delle isole, su tutta la profondità del corpo diga;
- prosciugamento del bacino e pulizia del fondale dai fanghi e dal detrito accumulatosi negli anni ;
- inizio dello sfruttamento del giacimento.

Durante la realizzazione del diaframma plastico impermeabile insorsero problemi di natura geologico-tecnica, per cui nella maggior parte dei casi questo non raggiunse la



Fig. 3. Diverse viste della diga in pietrame.



profondità prevista; il Committente decise di estendere l'utilizzo del Jet Grouting per garantire la completa impermeabilità del bacino.

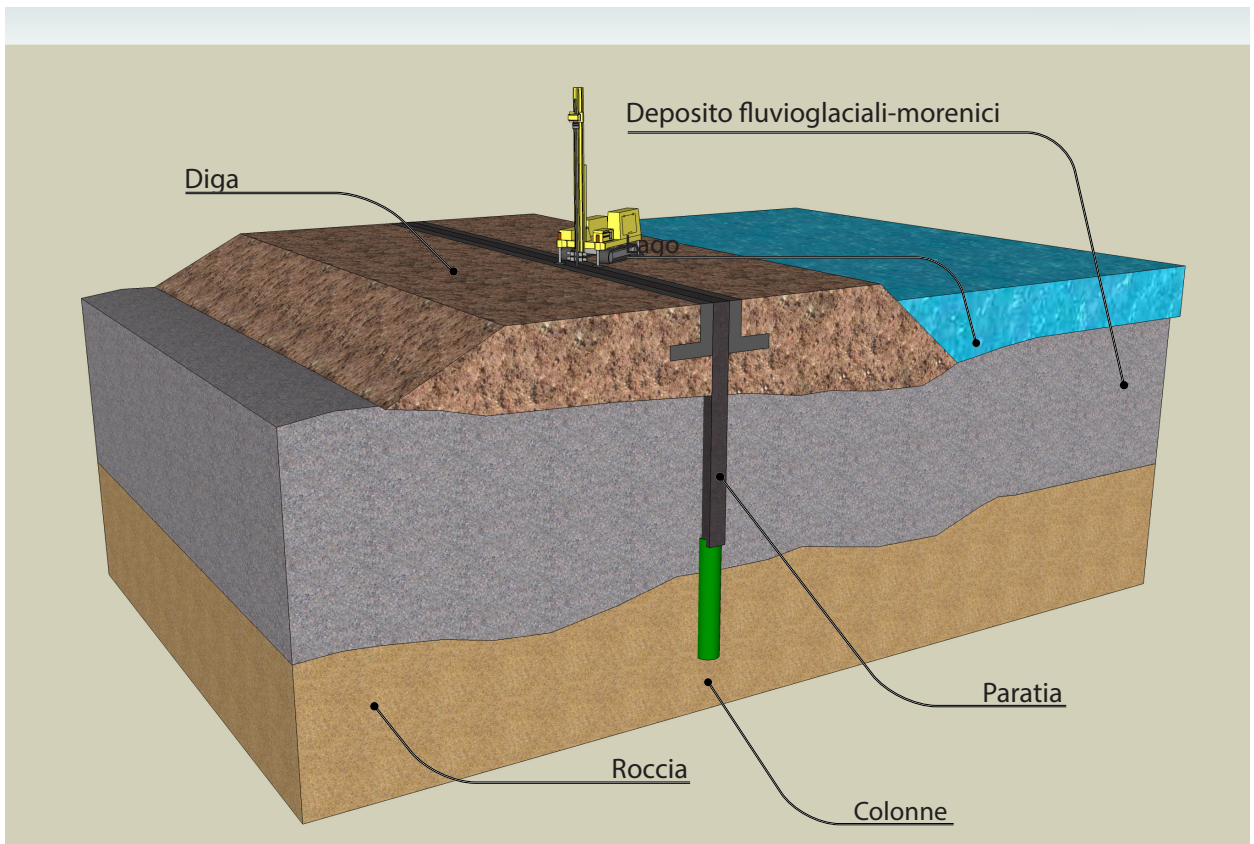


Fig. 4. Sezione rappresentante la diga di neo-costruzione e le litologie costituenti il fondo del lago ed interessate dall'opera.

Successione dei terreni da trattare (Fig. 4).

- diga in pietrame alta dai 3 metri ai 30 metri, costituita da materiale granitico (granulometria dalle sabbie ai ciottoli) estratto da una cava in situ;
- materiale di natura fluvioglaciale e morenica dello spessore variabile da 2 a 15 metri (granulometria dai limi alle ghiaie con ciottoli e grossi blocchi);
- substrato roccioso costituito da granito grigio.

Schermo impermeabile in Jet Grouting.

La tecnica del Jet Grouting è stata utilizzata per completare lo schermo impermeabile attraverso la cucitura del diaframma al substrato roccioso. L'intervento è stato realizzato con il **Sistema Pacchiosi Triplo (PS3)** preceduto da un campo prove eseguito sulla diga stessa, al fine di ottimizzare i parametri di perforazione ed iniezione.

Esso prevedeva le seguenti fasi:

- perforazione del diaframma plastico (spessore 0,8 m) con martello fondo foro ad acqua sino a raggiungere il substrato roccioso;

- realizzazione della colonna Jet Grouting intestata 1,5 m nella roccia e 0,5 m nel diaframma;
- riempimento finale del tratto di diaframma perforato.
- Le colonne verticali avevano le seguenti caratteristiche:
 - interasse tra le colonne: 0,75 m;
 - diametro delle colonne compreso tra 1,24 m e 1,60 m;
 - spessore minimo dello schermo: 0,8 m;



Fig. 5. **Inclinometro P 401.**

- deviazione massima dalla verticale: 1%.

Al termine di ogni perforazione è stata eseguita la misura di verticalità su tutta la lunghezza del foro con l'**Inclinometro Pacchiosi** modello **P401** . (Fig. 5)



Fig. 6. Capannone mobile a protezione delle attrezzature e vista della macchina all'opera all'interno.



Lo schermo realizzato doveva garantire una permeabilità inferiore a 1×10^{-6} cm/sec nell'80% dei casi, e comunque sempre superiore a 1×10^{-5} cm/sec ed una resistenza alla compressione semplice a 28 giorni di maturazione compresa tra 0,8 e 2 Mpa.



Fig. 7. Immagine dell'impianto coperto realizzato per la protezione degli impianti di miscelazione e pompaggio.



Fig. 8. Particolare di coibentazione delle linee aria-acqua-cemento.



Fig. 9. Impianto di miscelazione Pacchiosi all'aperto.

Allestimento del cantiere.

Viste le condizioni ambientali estreme, l'intervento è stato eseguito con diverse modalità operative: nel periodo invernale (novembre-maggio) le attrezzature richiedevano am-



Fig. 10 . Sonda Pacchiosi P 1500 ESCR.

bienti riscaldati diversificati a seconda delle lavorazioni. Le macchine perforatrici erano protette da capannoni mobili (Fig. 6), mentre gli impianti di miscelazione e pompaggio erano installati all'interno di strutture fisse ed isolate (Fig. 7); le linee acqua-aria-cemento erano a loro volta completamente coibentate e riscaldate (Fig. 8); durante il periodo estivo le attrezzature hanno potuto lavorare all'esterno, come mostrano le Fig. 9 e Fig. 10.



Fig.11. Diverse fasi del prosciugamento del bacino.



Fig.12. Miniera a cielo aperto in esercizio.

Una volta terminate le lavorazioni si procedette allo svuotamento del lago creato artificialmente riuscendo ad ottenere lo sfruttamento massimo della miniera (fig.11).

ROCK - SOIL TECHNOLOGY AND EQUIPMENTS



COMPANY WITH
QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV GL
= ISO 9001:2015 =

Branches

AMERIQUE DU NORD PACCHIOSI INC, Canada

PACCHIOSI DRILL USA INC, USA

Drill Pac S.r.l. – Società soggetta a direzione e coordinamento di Ghella S.p.A
Sede Legale: Via Pietro Borsieri, 2/a - 00195 Roma (RM)
Tel. +39 06 45603.1 – Fax +39 06 45603040 – e-mail: info@drillpac.com
Sede Operativa: Frazione Borgonovo, 22 – 43018 Sissa Trecasali (PR)
Tel. +39 0521 379003 – Fax +39 0521 879922 - Sito web: www.drillpac.com