

SEPT ILES (QUEBEC – CANADA)

## SEPT ILES (QUEBEC – CANADA)

### PROGETTO:

Realizzazione di un diaframma d'impermeabilizzazione per la costruzione del complesso idroelettrico di Sainte Marguerite 3.

### PERIODO DI ESECUZIONE:

Ottobre 1995 – Luglio 1997

### COMMITTENTE:

Hydro Quebec / Neilson Excavation



Fig. 1. Ricostruzione grafica della zona interessata dalla realizzazione della diga.

Fig. 2. Posizione geografica della zona d'intervento.



### Scopo del lavoro, difficoltà incontrate e soluzioni adottate.

Il complesso idroelettrico di Sainte Marguerite 3 (SM3) (Fig. 1), costruito sul fiume omonimo, è situato 90 km a nord del porto di Sept-Iles, Quebec (Canada) (Fig. 2).



L'opera è stata realizzata in una zona, dove il fiume attraversa un antico canyon ricoperto da materiale alluvionale. Il progetto prevedeva di asportare il materiale alluvionale e di impostare la diga sulla roccia sottostante. Per far questo furono realizzati una galleria, per deviare il corso del fiume (Fig. 3), ed un diaframma di impermeabilizzazione, sulle alluvioni a monte della zona interessata dagli scavi. Ciò ha permesso di estrarre l'acqua dal materiale da scavare, realizzando così l'imposta della diga all'asciutto ed in condizioni di assoluta sicurezza.

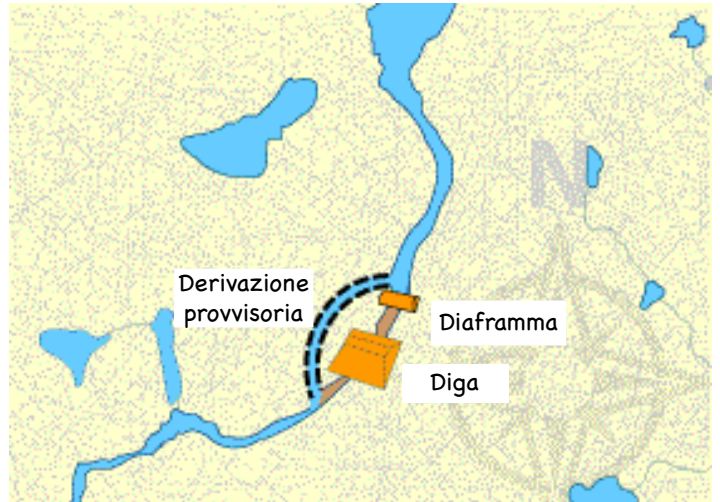


Fig. 3. Immagine cartografica della galleria provvisoria necessaria alla deviazione del fiume Sainte Marguerite.

Il diaframma d'impermeabilizzazione è stato realizzato con la tecnica del Jet-Grouting. Il trattamento, eseguito da un rilevato in terra costruito su tutta la larghezza del fiume, ha interessato terreni con una permeabilità stimata dell'ordine di 10 m/sec. Lo scopo dell'intervento era di creare uno schermo impermeabile dello spessore minimo di 80 cm, con una permeabilità massima di  $1 \times 10^{-8}$  m/sec ed una resistenza alla compressione semplice compresa tra 1,5 e 2 Mpa.

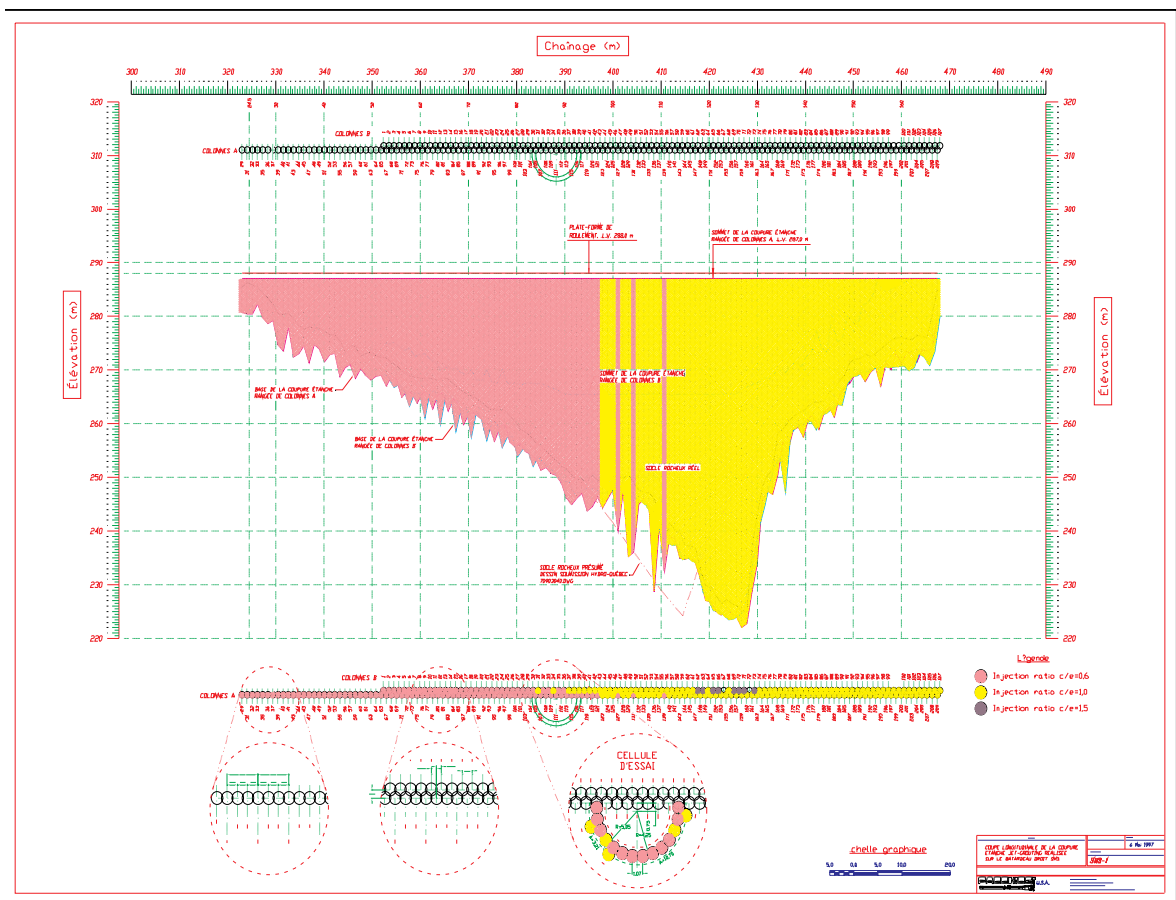


Fig. 4. Grafico rappresentante le caratteristiche delle colonne Jet Grouting.

## Profilo stratigrafico dei materiali trattati.

- Terreno di riporto: 15%;
- Alluvioni costituite da sabbie medio-fini: 20%;
- Alluvioni grossolane con ciottoli e blocchi: 50%;
- Granito: 15%.

## Descrizione del lavoro.

L'intervento è stato realizzato con il sistema Jet Grouting Pacchiosi PS3. Prima dell'inizio dei lavori è stato eseguito un campo prove, che ha dimostrato la capacità di ottenere colonne di diametro superiore a 2,20 m su tutti i terreni interessati dal trattamento. Inoltre l'esecuzione di una prova di pompaggio all'interno del perimetro del campo prove, ha permesso di verificare, che i terreni trattati con il Jet Grouting avevano ridotto la loro permeabilità ai valori previsti dalle prescrizioni progettuali (Fig. 4).

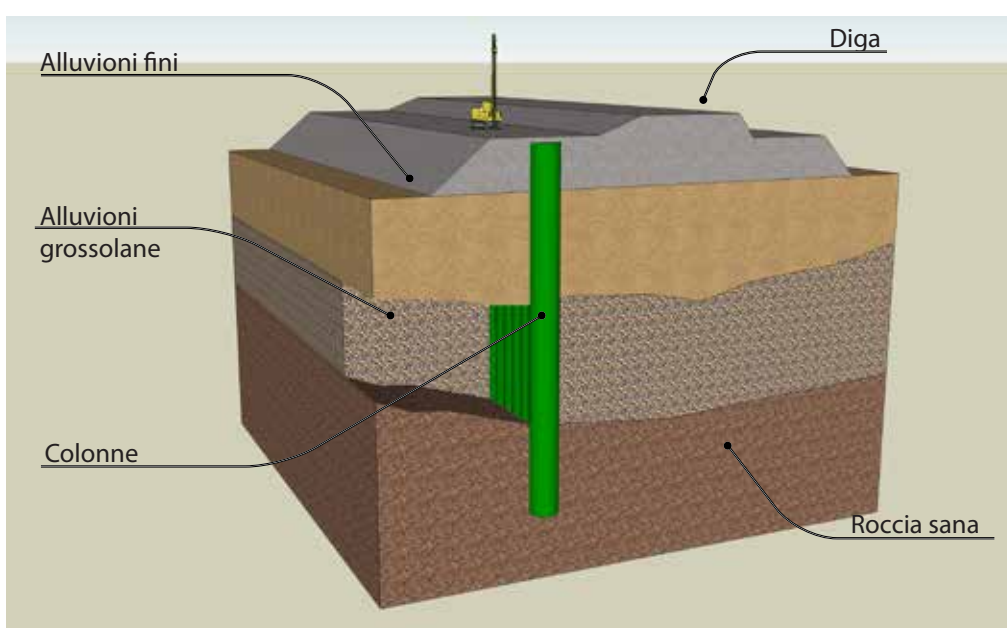


Fig. 5. Schema dell'intervento.

L'intervento (Fig. 5) è stato realizzato mediante due file di colonne distanti 0,80 m. Le colonne, eseguite con interasse 1,07 m, si dovevano sovrapporre lateralmente, per garantire la continuità del diaframma. Tutte le colonne sono state spinte dentro il substrato roccioso da un minimo di 2 fino ad un massimo di 5 m, per sigillare le eventuali fessure e/o fratture presenti al tetto della roccia. Le colonne della fila di valle sono state realizzate su tutta la superficie del diaframma, mentre le colonne della fila di monte sono state interrotte 20 m sotto il piano di lavoro.

La perforazione è stata eseguita con l'impiego di un martello a fondo foro ad aria, a circolazione inversa. Questa metodologia ha consentito di ottenere un'ottima performance nella velocità di avanzamento, sia nelle sabbie che nel substrato granitico, di non creare sollevamenti o fratturazioni nei terreni interessati dal trattamento e tantomeno nei terreni che costituivano il piano di lavoro, ed infine di contenere la deviazione del foro dalla verticale entro valori assolutamente accettabili. La registrazione dei parametri di perforazione con il **Sistema Pacchiosi PRS3** ha permesso di determinare puntualmente la profondità del substrato roccioso, oltre che il grado di fratturazione della roc-

cia stessa. Ciò ha consentito di ottimizzare il progetto originario, per una migliore rispondenza alle reali condizioni in posto.

La misura sistematica della deviazione del foro dalla verticale ha permesso di ottimizzare i parametri di iniezione, per ottenere colonne con un diametro tale da garantire lo spessore minimo richiesto per il diaframma.

La profondità massima dello schermo è stata di 65 m.

Lo spessore dello schermo varia da un minimo di 0,90 m, nei tratti con una sola fila di colonne, fino ad oltre 1,60 m, nei tratti con due file di colonne. I campioni di terreno consolidato prelevati dallo schermo hanno fornito valori di resistenza alla compressione compresi tra 1,5 e 2,3 Mpa. Le colonne hanno raggiunto diametri fino a 2,5 m. La tenuta dello schermo è stata verificata con lo scavo dei terreni per l'imposta della diga principale. Si è infatti creato un battente differenziale monte/valle, tra i due paramenti del diaframma, di oltre 40 m di colonna d'acqua, che ha permesso di stimare la permeabilità dello schermo inferiore a  $1 \times 10^{-8}$  m/sec. Nessun intervento si è reso necessario, per correggere eventuali difetti nell'esecuzione dello schermo.

Il lavoro è stato realizzato in gran parte durante il periodo invernale, con temperature fino a  $-30^{\circ}\text{C}$  a causa di un ritardo nell'esecuzione della galleria di derivazione (Fig. 6).

Ciò ha reso necessario l'impiego di allestimenti per attrezzature ed impianti specificamente progettati per poter operare a temperature così rigide (Fig. 7).



Fig. 6. Rappresentazione del cantiere.



Fig. 7. Sonda P 1500 con copertura mobile contro il freddo.





Sonde P 1500 con caricatore.



Immagine finale della diga.

---

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](mailto:info@drillpac.com)  
**Sede Operativa:** Frazione Borgonovo, 22 – 43018 Sissa Trecasali (PR)  
Tel. +39 0521 379003 – Fax +39 0521 879922 - Sito web: [www.pacchiosi.com](http://www.pacchiosi.com)