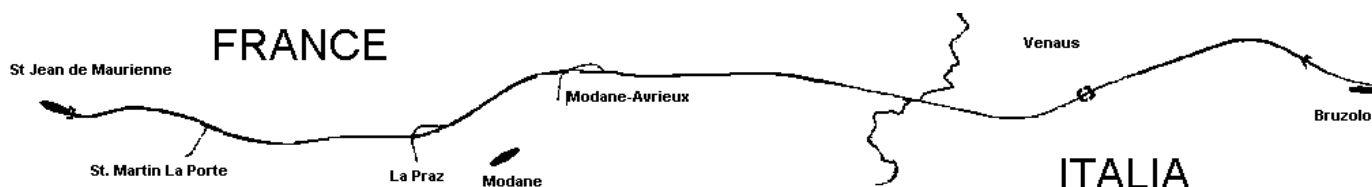


**NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO TRANSALPINO TORINO - LIONE
NOUVELLE LIAISON FERROVIAIRE TRANSALPINE LYON-TURIN
TRATTA CONFINE DI STATO ITALIA/FRANCIA – BRUZOLO**

INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE
DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N° 443/2001



PROGETTO PRELIMINARE

**LOGISTICA DELLE GESTIONI DELLO
SMARINO - RELAZIONE**

Scala :

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
A	EMMISSIONE FINALE	J. BURDIN		P.L. VEYRON		Mr PRE	20.02.03	

Rif. Doc	P	P	2	0	8	5	T	S	E	3	N	T	N	A	G	X	E	N	V	:	3	3	2	1	A
	fase		n° S.C.				emittente				tipo doc.		codice geografico				oggetto				n° doc			indice	

0. Riassunto operativo

- Il presente studio, dedicato al progetto non in fasi, è stato realizzato sulla base geologica dei rapporti ALTU JB 665C 936 del maggio 2000 e giugno 2001, e in conformità con i parametri di costruzione del programma di riferimento APS 2805-TSE 3 - 3502-B.
- La percentuale di riutilizzazione del materiale di scavo dotato di un certo valore è stata ipotizzata abbastanza bassa, variabile da 0,40 a 0,62 a seconda del tipo di escavazione meccanizzata e di alcune categorie di rocce, come lo Houiller sterile (hSm e hG di LA PRAZ) e i micascisti del Permo-Trias (r.t. di MODANE), valori che dovranno essere confermati al momento dei lavori di esplorazione.
I suddetti coefficienti sono stati calcolati in vista della produzione di inerti con pezzatura massima di 20 mm e una percentuale media di sabbia 0/4 dal 46 al 48 %, essendo la sabbia che regola la produzione.
- L'organizzazione operativa prescelta prevede la messa in servizio di 3 piattaforme per la valorizzazione e la produzione di inerti ubicate a SAINT-MARTIN, MODANE e VENAUS-ESCLOSA.
Le stazioni di frantumazione – vagliatura saranno a tenuta in modo da evitare i danni da rumore e dalla polvere.
Una decisione analoga sarà adottata anche per tutti i dispositivi di trasporto tra i quali si privilegeranno i nastri trasportatori coperti, e al contempo saranno ridotti al minimo i trasporti stradali su gomma a SAINT-JEAN, LA PRAZ, SAINT-MARTIN e CHIANOCCO.
- I risultati dello studio sono riportati in modo sintetico nella tabella « pilota » della pagina seguente ove si riassumono tutti i calcoli sito per sito che sono allegati al presente rapporto « Gestione e valorizzazione dei materiali di scavo, fabbricazione dei calcestruzzi ».
 - La valorizzazione dei materiali di scavo per fabbricare inerti per i calcestruzzi delle gallerie è industrialmente realizzabile e presenta in generale un bilancio positivo molto interessante, tanto in Francia, quanto in Italia.
 - Per la fabbricazione dei calcestruzzi saranno riutilizzati 7,23 milioni di tonnellate di materiali di scavo, che rappresenta il 25 % del totale del materiale di scavo; questo significa un risparmio nella spesa di trasporto e collocamento in discarica e in tal modo si economizzerà un volume di 4,2 milioni di m³ compattati.
 - Una buona percentuale degli inerti prodotti in questo modo sono considerati potenzialmente reattivi per quanto riguarda la reazione alcali - granulati. Di questo è stato tenuto conto nello studio dove per la preparazione dei calcestruzzi si prevede l'utilizzo di leganti speciali. Occorrerà iniziare rapidamente una serie di prove per confermare gli orientamenti emersi.
 - Il settore SAINT-JEAN + SAINT-MARTIN + LA PRAZ, leggermente deficitario, dovrà essere approvvigionato dall'unità di produzione di MODANE con una quantità di circa 150.000 tonnellate.
 - 1,4 milioni di tonnellate in Francia (come massimo, perché a seconda di hSm, hG e r.t, (si veda la tabella di pagina 17) tale cifra potrebbe subire una considerevole riduzione) e 1,9 milioni di tonnellate in Italia di materiali **C1** sarebbero disponibili per i rilevati di ST-JEAN-DI-MAURIENNE (700.000 m3), i rilevati di BRUZOLO (500.000 m3), per il mercato locale una volta ultimati i lavori , oppure collocati definitivamente in discarica.
 - L'inizio dell'operazione « valorizzazione » è sempre un punto critico. Per avviare la produzione tanto in Francia che in Italia è essenziale poter disporre di uno stoccaggio di materiali **C1** (pagina 16) provenienti dai contratti per le « discenderie + lavori di esplorazione ».

- Nella maggior parte dei siti dovranno essere create delle zone di stoccaggio per i materiali C1 con una capacità massima media da 600.000 a 700.000 tonnellate, tranne che per MODANE e ESCLOSA, dove potrebbe essere necessario aumentare la capacità fino a 1,5 milioni di tonnellate. Se si considerano 170.000/200.000 t/ettaro (altezza da 15 a 18 m), questo rappresenta una superficie tra 4 e 7 ettari (al massimo) che si deve prevedere per ogni sito. Questo punto è importante e dovrà costituire l'oggetto di uno studio più accurato in fase di stesura del progetto definitivo.
- L'utilizzo della Cava del Paradiso collegata a ESCLOSA con un sistema di trasporto per teleferica - relazione APS 2085 TSE 3 3310-0 - è confermato per ricevere 7,35 milioni di t - 4,2 milioni di m³ - che rappresenta una produzione mensile massima di 200.000 tonnellate per 5 / 6 mesi (500 t/g X 20h/g X 20 giorni).
- Il sito di MODANE dovrà essere provvisto di un raccordo ferroviario per ricevere i leganti del calcestruzzo, 1.000 t al giorno al massimo, e sostenere la logistica locale di messa in discarica in caso di necessità, di 150.000 t/mese al massimo (5 treni da 1.200 t utili al giorno).
- L'ammontare degli investimenti dedicati in modo particolare alla valorizzazione è di circa 25 milioni di € per una produzione basata su 7 milioni di tonnellate di inerti.

Il prezzo di 12 €/t, tasse escluse, stimato nello studio per gli inerti « valorizzati », è uguale al prezzo « franco cava » usato localmente ; con il vantaggio che questo prezzo non deve essere gravato dal costo di trasporto (tranne che a LA PRAZ e SAINT-JEAN) e che si riferisce a materiale stoccato all'imbocco della discenderia o della galleria, che dovrebbe essere comunque fatto anche in caso di inerti « importati » dalle cave locali.
- La gestione dei materiali di scavo, insieme al trasporto di inerti, renderà necessaria la posa di :
 - 15.400 m di trasportatori tubolari
 - 110 km di trasportatori tradizionaliper un ammontare di circa 110 milioni di €
- Due stabilimenti per la prefabbricazione di conci dovranno essere costruiti :
 - Uno in Francia, LE FRENEY potrebbe essere un sito interessante per :
 - 55.000 m³ di elementi di rivestimento della sezione completa (3.600 m)
 - 205.000 m³ di elementi per la platea (31.500 m)
 - L'altro in Italia a ESCLOSA per :
 - 80.000 m³ di conci di rivestimento della sezione completa (5.400 m)
 - 130.000 m³ di conci per la platea (31.500 m)
- Otto impianti per calcestruzzo dovranno approvvigionare l'insieme dei cantieri, dei quali tre saranno in sotterraneo (a MODANE, LA PRAZ e SAINT-MARTIN-LA-PORTE) per produrre i 3,8 milioni di m³ di calcestruzzo spruzzato e in cassaforma)
- Il consumo di leganti idraulici rappresenterà una quantità totale di 1,5 milioni di tonnellate, tra cemento e costituenti secondari. Sarà opportuno iniziare molto presto uno studio specifico su questo argomento la cui importanza è notevole sotto il profilo tecnico, economico e politico.

1. Presentazione

Il presente studio è stato realizzato su richiesta del Consorzio TSE nel quadro del contratto « Studi per l'approfondimento tecnico, sulla sicurezza e sull'esercizio », lotto n° 3 conferito da LTF-LYON-TURIN-FERROVIAIRE SAS al Consorzio TSE, il cui mandatario è SETEC-TPI.

Questo studio è dedicato esclusivamente alla gestione e alla valorizzazione dei materiali di scavo per produrre gli inerti destinati ai calcestruzzi della Galleria di Base e della Galleria di BUSSOLENO, ed anche alla fabbricazione dei calcestruzzi.

Il programma di questo studio è dettagliato nel riassunto che si trova all'inizio.

Il riassunto delle operazioni che costituisce il primo capitolo del presente rapporto contiene le principali conclusioni dello studio.

I principali parametri di cui si è tenuto conto nei calcoli sono elencati nell'allegato IX.

2. Ipotesi considerate

2.1. Metodi

2.1.1. Scavo

La tabella che segue indica in forma sintetica :

- I metodi di perforazione,
- I differenti punti di attacco, le finestre e le discenderie,
- Il tracciato costruito a partire da ciascun punto di attacco,
- Il tracciato costruito per tratte.

2.1.2. Sezione di scavo

2.1.2.1. Tipo di sezione

- Sezione « normale » : quella del progetto di base
- Sezione « con galleria di transito » : quella proposta da TSE

2.1.2.2. Modalità di scavo

- Esplosivo : ossia 78,35 m² per il tipo I (8,40 m di diametro e 45 cm di rivestimento) e 92,85 m² per il tipo II, secondo la definizione della relazione di Mr VEYRON
- TBM : ossia 72,4 m² per il tipo I e 86,55 m² per il tipo II, come definito da Mr VEYRON

Oppure

66,2 m² per il tipo I e 80,08 m² per il tipo II con spessore dei conci di 40 cm e vuoto anulare di 15 cm

Tipo I

Tipo II

Modo E

Modo T1

Modo T2

2.1.2.3. Metodi e fasi delle operazioni con il calcestruzzo

<ul style="list-style-type: none">Per il modo « E » :<ul style="list-style-type: none">Fase I : Calcestruzzo spruzzato + % calcestruzzo in platea man mano che si avanzaFase II : Calcestruzzo sull'arco realizzato con spostamento nel tempo dopo lo scavoFase III : Δ % calcestruzzo in platea + banchineFase IV : Calcestruzzo della parte superiore esclusivamente per la sezione di tipo B.Fase V : Calcestruzzo sui binariPer il modo « T1 » con arco differenziato<ul style="list-style-type: none">Fase I : Calcestruzzo spruzzato + conci di rivestimento in platea man mano che si avanzaFase II : Calcestruzzo sull'arco realizzato con spostamento nel tempo non appena avviene lo scavoFase III : Integrazione del calcestruzzo in platea + banchineFase IV : Parte superiore della galleria di transito per la sezione di tipo BFase V : Calcestruzzo sui binariPer il modo « T2 » con rivestimento « in conci » a sezione piena man mano che si avanza<ul style="list-style-type: none">Fase I : Calcestruzzo dei conci di rivestimento + micro calcestruzzo di riempimentoFase II : Completamento della platea e delle banchineFase III : Calcestruzzo sulla parte superiore della galleria di transito per il tipo BFase IV : Calcestruzzo sui binari	<p>Metodo B1</p> <p>Metodo B2</p> <p>Metodo B3</p>
---	---

Questa successione è raffigurata sui 2 profili nell'Allegato I – 3.

2.2. Dimensionamento

2.2.1. Scavo

- Esplosivo :
 - La sezione di base é stabilità in $85,1 \text{ m}^2$, vale a dire $78,35 \text{ m}^2$ + il fuori sagoma.
 - I rami di collegamento sono integrati alla sezione principale di ogni galleria per una quantità di $0,72 \text{ m}^3$ di materiale di scavo per metro lineare di galleria.
 - Il tutto fa risultare una sezione totale di calcolo pari a : $85,8 \text{ m}^2$.
- TBM :
Lo stesso calcolo si applica alla sezione TBM e i $72,4 \text{ m}^2$ teorici diventano $73,1 \text{ m}^2$.

2.2.2. Calcestruzzo

- Calcestruzzo spruzzato : 1.750 kg di inerti per m^3 con 15% di perdite danno 2.000 kg/m^3 .
- Micro calcestruzzo di riempimento dietro i conci di rivestimento : 1.750 kg di inerti per m^3 con 5% di perdita, ossia 1.850 kg/m^3 .
- Calcestruzzo armato con cassaforma : 1.800 kg di inerti al m^3 , ossia con il 5% di perdite : 1.900 kg/m^3 .

I suddetti elementi sono riassunti nella tabella che segue.

Parametri di funzionamento					
Avanzamento	Sezione di scavo m ²	Consumo di inerti - t /ml			Totale
		Fase I	Fase II	Fase III + IV	
I - E - B1	85,8 (85,1)*	15,9 (15,7)*	39,8 (39,6)*	13,2	68,9 t/ml
I - T1 - B2	73,1 (72,4)*	13,3 (13,1)*	20,2 (20)*	9,6	43,1 t/ml
I - T2/3 - B2	73,1 (72,4)*	32,3	0	10 (9,6)*	42,3 t/ml

()* esclusi i rami di collegamento

2.3. Zone per l'installazione/Messa a discarica

2.4.

- SAINT-JEAN-DI-MAURIENNE
 - Unità di prima pulizia dei materiali di scavo
 - Centrale esterna per il calcestruzzo
 - Messa in discarica :
 - Les Resses, trasporto con trasportatore a nastro
 - Combe des Moulins (materiali con zolfo), con trasportatore a nastro
 Si veda l'allegato I – 4 diagramma LTF

- SAINT-MARTIN
 - Unità di prima pulizia
 - Stazione di trattamento dei materiali - STM – a SAINT-MARTIN oppure SAINT-FELIX per gli inerti di SAINT-JEAN + SAINT-MARTIN e LA PRAZ
 - Centrale in sotterraneo per il calcestruzzo
 - Messa a discarica :
 - Plan d'Arc e zona di colmata di Saint- Jean, trasporto per strada,
 - Combe des Moulins, trasporto per strada + trasportatore a nastro

- LA PRAZ
 - Unità di prima pulizia
 - Centrale in sotterraneo per il calcestruzzo
 - Messa a discarica :
 - Les Resses, trasporto per strada + trasportatore a nastro
 - Combe des Moulins, trasporto per strada + trasportatore a nastro,
 - Plan d'Arc, trasporto per strada.

- MODANE
 - Unità di prima pulizia
 - Stazione di trattamento dei materiali – STM
 - Centrale in sotterraneo per il calcestruzzo
 - Raccordo ferroviario
 - Messa a discarica :
 - Les Tierces, mediante trasportatore a nastro,
 - Combe des Moulins, trasporto per strada + trasportatore a nastro,
 - Plan d'Arc con trasporto per strada

- VENAUS

- Unità di prima pulizia
- Stazione di trattamento dei materiali a ESCLOSA, comune per BERNO, FORESTO e CHIANOCCO
- Centrale esterna per il calcestruzzo
- Messa a discarica alla Cava del Paradiso via ESCLOSA
Trasportatore a nastro + FUNITEL (relazione LTF-TSE n° 2056/001)

- BERNO
 - Unità di prima pulizia
 - Centrale esterna per il calcestruzzo
 - Messa a discarica : Cava del Paradiso
Trasportatore a nastro + FUNITEL

- FORESTO
 - Unità di prima pulizia
 - Centrale esterna per il calcestruzzo
 - Messa a deposito : Cava del Paradiso
Trasportatore a nastro + FUNITEL

- CHIANOCCO
 - Unità di prima pulizia
 - Centrale esterna per il calcestruzzo
 - Messa a discarica :
 - cava di S.Giorio, mediante trasportatore a nastro
 - campo base, mediante trasporto per strada e/o trasportatore a nastro
 - BRUZOLO (rilevato) mediante trasportatore a nastro

3. Materiale

3.1. Descrizione

3.1.1. Trasportatore a nastro per materiali 0/250 mm (250 mm = diametro massimo).

3.1.1.1 Tipo " tradizionale " in uso si veda la fotografia nell'allegato VII

Modello raccomandato	Larghezza 800 mm Velocità massima 3,2 m/s Carico massimo 55 kg/m Portata 650 t/h
----------------------	---

NB : Portata TBM = avanzamento 2 m/ora al massimo (40 m/giorno – BLS) ossia 380 t/ora.

- Costo in galleria 750 € tasse escluse per metro installato.
- Costo all'esterno 850 a 900 € tasse escluse per metro installato con tettuccio.

3.1.1.2 Tipo « tubolare » Si veda la fotografia nell'Allegato VI.

- Materiale raccomandato : diametro 400 mm o 500 mm.
- Larghezza del nastro 1.500 mm.
- Velocità 2,4 m/s.
- Portata da 1.000 t/h a 1.200 t/h.
- Trasportatore raccomandato per le discenderie.
- Ingombro ridotto – Altezza dal suolo da 800 a 950 mm.
- Costo indicativo 1.500 € per metro lineare reso montato.

3.1.2 Stazione di trattamento/frantumazione

Secondo il diagramma di flusso dell'Allegato III.

- Portata nominale 200 t/h di inerti utili per fare calcestruzzo.
- Pezzatura di alimentazione 0/250 mm.
- Produzione 0/4 + 4/8 + 8/16 + 16/22 con il 45 al 48 % di sabbia MF 2,8.
- 2 stadi di frantumazione, vagliatura, lavaggio, trattamento delle sabbie, filtrazione dei fini, ecc....
- Installazione chiusa per prevenire il rumore e consentire il funzionamento nel periodo invernale.
- Stoccaggio degli inerti in silo tipo « ARMCO », diametro da 12 a 13 m, altezza da 14 a 15 m, capacità unitaria 3.000 t – 8 silos.
- Costo dell'investimento 6,0 milioni di € tasse escluse reso montato.

3.1.3 Centrale in galleria per il calcestruzzo

Si veda il piano preliminare nell'Allegato VIII.

- Doppia centrale per il calcestruzzo 2 X 2,5 m³ per le mescolatrici.
- Produzione media garantita 120/150 m³/ora.
- Stoccaggio di inerti da 4 a 5.000 t in tramoggia.
- Costo dell'investimento 2,5 milioni di € tasse escluse reso montato.

(per SAINT-MARTIN, LA PRAZ e MODANE).

I cantieri di VENAUS, BERNO, FORESTO e CHIANOCCO sarebbero equipaggiati con centrali « tradizionali » installate all'aperto.

3.2. Materiali posti in opera

3.2.1. Saint-Jean

- Frantoio a percussione eventualmente sul BACK-UP del TBM.
- Trasportatore in galleria dietro le frese :
1 trasportatore per 2 frese provvisto di elementi di raccordo,
per una lunghezza complessiva di 6.500 m.
- Installazione dell'unità di prima pulizia all'esterno per il taglio a 20 o 25 mm.
- Trasportatore per lo stoccaggio intermedio.
- Trasportatore verso la Cava della Combe des Moulins – lunghezza 6.000 m circa.
- Materiali vari di carico e ripresa : tramogge + macchine caricatori.
 - Valore totale stimato : 12,5 milioni di € tasse escluse installato.
 - Tonnellaggio estratto : 2,17 milioni di tonnellate.

3.2.2. Les Resses

- Trasportatore per la messa a discarica definitiva dopo Saint-Julien – RN – fino al sito di Resses, lunghezza 2.500 m.
- Trasportatori aggiuntivi + tramoggia per la ripresa e/o la messa a discarica.
 - Valore totale stimato : 3,5 milioni di € tasse escluse.
 - Tonnellaggio inviato a discarica : 4 milioni di tonnellate massimo.

3.2.3. Saint-Martin

- Frantoio in galleria tipo « Miniera », doppio albero dentato.
 - Valore : 1,8 milioni di € tasse escluse reso montato.
 - Circa 1 milione di tonnellate da frantumare.
- Trasportatore dietro il TBM, Saint-Martin E, lunghezza 6.500 m.
- 1 trasportatore « tubolare » nella discenderia, lunghezza 2.400 m.
- 1 trasportatore « tradizionale » nella discenderia per alimentare la centrale per il calcestruzzo, lunghezza: 2.400 m.
- 1 unità di prima pulizia all'esterno.
- 1 gruppo di trasportatori per servire la piattaforma di valorizzazione installata a Calypso o a Saint-Félix, lunghezza massima 2.000 m.
- 1 stazione di trattamento, frantumazione/vagliatura.
- 1 gruppo di nastri trasportatori per il trasporto degli inerti verso la discenderia.
- 1 gruppo di materiali complementari per la manutenzione dei materiali.
 - valore dell'investimento : 23 milioni di € tasse escluse.
 - materiali estratti : 3,1 milioni di tonnellate.
 - inerti prodotti : 2.07 milioni di tonnellate (con St Jean e La Praz)

3.2.4. La Praz

- Frantoio « Miniera » a La Praz W.
- 4.000 m di trasportatori a nastro a La Praz W.
- 7.000 m di trasportatori a nastro dietro i TBM, a La Praz E.
- 1 trasportatore « tubolare » nella discenderia, lunghezza 3.200 m.
- 1 unità di prima pulizia e di suddivisione per classi granulometriche dei materiali estratti C1/C2 per il successivo invio a Saint-Martin/C1 e alle discariche/C2 e C3.
- 1 gruppo per la manutenzione dei materiali.

- 1 batteria di tramogge di stoccaggio degli inerti con alimentazione automatica della centrale per il calcestruzzo in sotterraneo, capacità da 8 a 10.000 tonnellate
- 1 trasportatore a nastro « tradizionale » per la discesa degli inerti.
 - Valore dell'investimento : 18 milioni di € tasse escluse.
 - Materiali estratti : 4,25 milioni di tonnellate.

3.2.5. Modane

Modane W

- 2 frantoi « Miniera ».
- 1 gruppo di nastri trasportatori 6.000 m.

Modane E

- 12.000 m di trasportatori a nastro dietro i TBM.

Descenderie

- 4.200 m trasportatore « tubolare » X 2
- 4.200 m trasportatore « tradizionale » per alimentare la centrale del calcestruzzo.

All'aperto

- 1 gruppo di trasportatori a nastro per servire :
 - le zone di cernita/stoccaggio provvisorio di Moulins
 - la stazione di trattamento
 - la zona di scarica definitivo di Tierces 2.000 ml circa
- 1 unità di prima pulizia.
- 1 stazione di trattamento identica quella di Saint-Martin con stoccaggio in silo da 40.000 tonnellate
- 1 gruppo di alimentazione automatica della centrale del calcestruzzo in galleria con 800 ml di trasportatore a nastro « tradizionale » per il raccordo con la discenderia.
 - Costo dell'investimento : 45 milioni di € tasse escluse circa (con raccordo ferroviario)
 - Materiali estratti : 8,4 milioni di tonnellate.
 - Inerti prodotti : 3,7 milioni di tonnellate. (potenzialità produttiva)

NB :La possibile evacuazione dei materiali di scavo verso Aiton mediante trasporto per ferrovia è stata oggetto di uno studio di fattibilità riassunto nell'appunto di SNCF / A.Bochon che si trova nell'Allegato IX

3.2.6. Venaus

- 1 frantoio « miniera » ai piedi dei pozzi o della discenderia di Val Clarea.
- 1 frantoio mobile a mascelle all'esterno.
- 13.000 m di trasportatore dietro le TBM.
- Trasportatore a nastro « tradizionale » per la cernita e la manutenzione esterna e il trasporto verso Esclosa, larghezza 1.000 mm, portata 1.200 t/h (Venaus - Berno + Berno - Esclosa), lunghezza 3.000 ml circa.
- Dispositivo per lo stoccaggio intermedio e la ripresa.
 - Costo dell'investimento : 20 milioni di € tasse escluse
 - Materiali estratti : 5,79 milioni di tonnellate.

3.2.7. Esclosa

Piattaforma di valorizzazione dei materiali di scavo.

- 1 gruppo di trasportatori per la manutenzione, cernita, messa a stock, alimentazione del FUNITEL verso la Cava del Paradiso, alimentazione della stazione di trattamento dei materiali, frantumazione e vagliatura.
- 1 unità di prima pulizia.
- 1 stazione di trattamento dei materiali con stoccaggio degli inerti in silos, capacità totale 50.000 tonnellate
- 1 trasportatore per il trasporto degli inerti verso Berno e Venaus, 3.000 m, larghezza 800 mm.
 - Costo dell'investimento : 16 milioni di €, tasse escluse.
 - Materiali ricevuti e trattati : 10 milioni di tonnellate circa.
 - Inerti prodotti : minimo 3 milioni di tonnellate, massimo 4,5 milioni di tonnellate (con i materiali di scavo di Venaus, Berno, Foresto e Chianocco)

NB : I dettagli sono contenuti nel rapporto n° 3310, al pari del costo del trasporto mediante il FUNITEL.

3.2.8. Berno

- 1 frantoio « Miniera ».
- 1 trasportatore a nastro 3.000 ml.
- 1 stoccaggio provvisorio all'esterno con ripresa e raccordo al trasportatore verso Esclosa.
- 1 stoccaggio di inerti per l'alimentazione della centrale del calcestruzzo all'esterno.
 - Costo dell'investimento : 7 milioni di € Tasse escluse.
 - Materiali estratti : 1,44 milioni di tonnellate

3.2.9. Foresto

- 1 frantoio « Miniera » a seguito dell'avanzamento con esplosivo.
- 1 trasportatore dopo il frantoio, 3.000 ml.
- 1 trasportatore nella finestra, 1.600 ml.
- 1 stazione di prima pulizia.
- 1 unità di ricevimento e stoccaggio dei materiali che provengono da CHIANOCCO.
- 1 gruppo di materiale per la gestione dello stoccaggio provvisorio.
- 1 trasportatore « doppia funzione », per i materiali di scavo verso Venaus, e gli inerti verso Foresto, lunghezza : 8.000 ml, larghezza : 800 mm.
(costo : 1.200 €/ml per tenere conto delle particolari condizioni di installazione).
- 1 gruppo tramogge/silo di stoccaggio degli inerti per il carico dei camion verso Chianocco e alimentare la centrale del calcestruzzo esterna di Foresto.
 - Costo dell'investimento : 20,5 milioni di € tasse escluse.
 - Materiali estratti : 1,73 milioni di tonnellate

3.2.10. Chianocco

- 1 trasportatore dietro le TBM, 7.000 ml.
- 1 stazione di prima pulizia dei materiali.
- 1 trasportatore a nastro verso S.Giorio 2.000 ml
- 1 unità di stoccaggio e di carico su trasportatore a nastro e/o su camion dei materiali C1 verso Foresto, C1/C2 verso Bruzolo e C2/C3 verso S.Giorio e il Campo Base.
 - Costo dell'investimento : 10 milioni di € tasse escluse.
 - Materiali estratti : 2.5 milioni di tonnellate

4 Valorizzazione

4.1 Dati geologici

Sono riportati nelle due tabelle delle due pagine seguenti.

La parte ombreggiata corrisponde ai materiali che si possono trattare e che dovranno essere :

- ripuliti, se necessario, per eliminare la parte fine inferiore a 15/20 o 25 mm.
- frantumati, lavati, vagliati e classificati. 4 classi in linea di principio : 0/4, 4/8, 8/16 e 16/22 mm che producono eccedenze e fanghi che saranno messi a discarica assieme agli altri materiali.

La natura dei materiali associata al tipo di scavo e alla percentuale eliminata con la prima ripulitura, dà un coefficiente di riutilizzo complessivo variabile tra 0,40 e 0,62, come è riportato nelle due tabelle che seguono e che sono state estratte dai rapporti ALPETUNNEL 665 e 936.

COEFFICIENTE DI UTILIZZAZIONE PREVISTO
A SECONDA DEL TIPO DI ROCCIA

• **GALLERIA DI BASE**

Coefficiente di utilizzazione	ESPLOSIVO	FRESA
Materiale di scavo di Buona qualità	0.62	0.80 *
Materiale di scavo di Media qualità	0.62	0.45
Houiller	0.45	0.40
	Per tutti i tipi di calcestruzzo	Con priorità per il calcestruzzo spruzzato

* Fare attenzione, questo coefficiente elevato ha una validità limitata e non si può applicare se tutta la galleria è stata realizzata con la FRESA.

• **DISCENDERIA DI MODANE (ESPLOSIVO)**

	Coefficiente di utilizzazione	Classe di roccia	Ripartizione delle classi granulometriche			
			0/4	4/8	8/16	16/22
Miscascisti del Permo-Trias r-t	0,52	CI-3	55 %	18 %	18 %	9 %
Quarziti del Trias (1) tQ	0,70	CI-1	45 %	12 %	12 %	15 %
Miscascisti del Permiano rM	0,66	CI-2	47 %	12 %	12 %	15 %
Miscascisti del basamento MAm	0,66	CI-2	47 %	26 %	12 %	15 %

• **CLASSIFICAZIONE DELLE ROCCE**

- o **C1** destinata ad essere trasformata in inerte per calcestruzzo,
- o **C2** destinata ad essere trasformata per essere utilizzata come materiale di ripiena o eventualmente in uno strato di sottofondo,
- o **C3** destinata alla discarica definitiva

4.2 Risultati industriali

I risultati dei calcoli sono rappresentati in dettaglio sulle curve e gli istogrammi di produzione/consumo nell'Allegato II :

- SAINT-MARTIN e LA PRAZ sono raggruppati in un unico centro di produzione. Situazione analoga per VENAUS e BERNO.
- I calcestruzzi di rivestimento e quelli delle banchine delle fasi II, III e IV sono stati programmati in modo tale che le opere di ingegneria civile abbiano termine 6 mesi dopo la conclusione dello scavo. Questa ipotesi molto teorica dovrà essere ripresa nella procedura APD.

La tabella della pagina seguente, molto più dettagliata di quella che riporta il riassunto delle operazioni, costituisce il documento di sintesi dell'operazione « Valorizzazione – messa a discarica », esattamente come è stata calcolata sulla base dei documenti dell'Allegato II. Questa differisce leggermente dalla tabella precedente, da quella del risultato operativo per i seguenti motivi :

- La tabella che riassume le operazioni tiene conto anche dei materiali di scavo e dei calcestruzzi delle gallerie di scolo, dei locali di sicurezza e dei locali diversi, nonché dei calcestruzzi di rivestimento delle discenderie, arrotondando intenzionalmente le cifre.
- La tabella della pagina seguente riguarda soltanto le opere dei grandi tracciati, gallerie, rami di collegamento tra gallerie, stazione di Modane, discenderia della Val Clarea e la finestra di Foresto, con cifre precise che sono il diretto risultato dei calcoli.

Ciò che è stato integrato nella tabelle del riassunto operativo e che non figura nella tabella che segue sono dunque i seguenti numeri :

	Materiali di scavo		Calcestruzzo	
	m ³	t	m ³	t inerti
• Gallerie di scolo, locali di sicurezza, locali diversi				
▪ St Martin	30 000	80 000	10 500	20 000
▪ La Praz	30 000	80 000	10 500	20 000
▪ Modane	35 000	93 000	12 000	23 000
▪ Venaus	15 000	40 000	5 200	10 000
▪ Foresto	25 000	67 000	8 800	17 000
Totale 1		360 000	47 000	90 000
• Discenderie				
▪ St Martin	----	----	30 000	58 000
▪ La Praz	----	----	45 000	86 000
▪ Modane	----	----	60 000	116 000
Totale 2			135 000	260 000

In totale

360 000 tonnellate di materiali di scavo
182 000 m³ di calcestruzzo
350 000 tonnellate di inerti

5 Calcestruzzi

5.1 Caratteristiche considerate

Si suppone che un calcestruzzo di tipo C 35 soddisfi alle condizioni necessarie e sufficienti per la buona qualità del rivestimento della galleria. Gli studi condotti nell'ambito del contratto Alpetunnel/JB n° 888 hanno evidenziato il buon comportamento dei calcestruzzi di questo tipo vecchi di 50 - 60 anni, e prodotti con inerti identici.

Un C 50 o un C 45 sarebbe per sua natura più indicato per la prefabbricazione, essenzialmente perché consente di ottenere forti resistenze iniziali. Si potrebbe realizzare uno studio di approfondimento per conoscere se un calcestruzzo di questo tipo potrebbe essere adatto anche per realizzare i rivestimenti, associandogli naturalmente una riduzione dello spessore delle opere.

Per tenere conto delle attuali tendenze, dovrebbe essere considerata dallo studio anche l'aggiunta di fibre.

5.2 Materiali + leganti

Lo scheletro granulare dei calcestruzzi sarà costruito secondo le ipotesi produttive formulate al punto 3.1.2.

I leganti dovrebbero essere costituiti verosimilmente da una miscela di cemento CEM I, se possibile 42.5, con aggiunte tipo ceneri volanti e/o scorie di altoforno per i calcestruzzi di rivestimento, mentre polveri di silice per i calcestruzzi spruzzati.

L'obiettivo che costituisce un aspetto prioritario, è la lotta contro il rischio latente e importante dell'innesco della reazione alcali-inerti - RAG -.

Su questo aspetto, il RAG, si dovranno assolutamente realizzare studi integrativi a livello di APD, quando sarà acquisita una migliore conoscenza dei materiali della galleria al termine dei lavori di riconoscimento.

5.3 Logistica di approvvigionamento

L'approvvigionamento delle centrali del calcestruzzo dovrà essere controllato molto da vicino, particolarmente per le centrali che si trovano in sotterraneo e che necessitano ovunque dell'installazione di stoccaggi tampone in superficie per garantire i quantitativi da produrre che, in certi punti, potrebbero essere estremamente elevati : a MODANE sono previsti per esempio 2.500 m³ al giorno di calcestruzzo, fatto che implica 5.000 tonnellate di inerti e 1.000 tonnellate di leganti al giorno.

L'installazione della centrale per il calcestruzzo in sotterraneo al piede delle discenderie a SAINT-MARTIN, LA PRAZ e MODANE è assolutamente necessaria, sia perché sarebbe impensabile effettuare il trasporto del calcestruzzo o degli inerti con camion nelle discenderie per motivi di ventilazione e di sicurezza (discesa con automezzo carico con una pendenza del 12 %) e soprattutto per la saturazione del traffico :

- | | | |
|----------------|---|-------------------------------|
| • MODANE | 2.500 m ³ /giorno nei momenti di punta | 270 carichi di inerti da 18 t |
| • LA PRAZ | 1.400 m ³ /giorno nei momenti di punta | 150 carichi di inerti da 18 t |
| • SAINT-MARTIN | 1.000 m ³ /giorno nei momenti di punta | 110 carichi di inerti da 18 t |

Il trasporto dei leganti sarà l'unico a dovere essere realizzato con particolari camion cisterna (trasferimento pneumatico).

Questi elementi sono stati presi in considerazione per quanto riguarda l'argomento di questo studio; tuttavia, a livello di procedura APD, bisognerà ancora esaminare i dettagli di queste operazioni che richiederanno notevoli investimenti di materiali e una linea di alimentazione molto bene studiata.

6 Elementi di costo

6.1. Ricapitolazione degli investimenti

Materiali previsti nell'avanzamento in galleria, nelle discenderie e all'aperto :

	Milioni di Euro
SAINT-JEAN	12,5
LES RESSES	3,5
SAINT-MARTIN	23,0
LA PRAZ	18,0
MODANE	45,0
VENAUS	20,0
BERNO	7,0
ESCLOSA	16,0 (esclusa FUNITEL)
FORESTO	20,5
CHIANOCCO	10,0

Tutti gli importi di cui sopra non comprendono :

- I materiali per la messa a stock e il livellamento nelle zone di discarica.
- Le centrali per il calcestruzzo.
- Gli stabilimenti per i prefabbricati.

6.2. Manutenzione per fasce

- Energia
 Si può considerare 0,3 kwh/t/km in media per l'insieme dei trasportatori, vale a dire 0,023 €/t/km.
- Il costo della manutenzione inciderebbe per 0,01 €/t/km, ossia per un totale di 0,033 €/t/km.

Il che, considerata una distanza media ponderata del percorso di 9,75 km, dà un costo alla tonnellata di 0,32 €.

Tenuto conto dei dislivelli da superare e di un coefficiente medio di riempimento di 0,65, assumiamo 0,50 €/t.

E questo rappresenta : 15 milioni di € tasse escluse per i materiali di scavo
 e 3 milioni di € tasse escluse per gli inerti

La manodopera per la manutenzione ordinaria non è stata considerata.

6.3. Valorizzazione

Preparazione degli inerti

- Energia : 0,80 €/t inerti
- Manutenzione : 1,60 €/t inerti
- Manodopera : 0,025 h/t 3 postazioni di lavoro
Ossia 1,05 €/t con un coefficiente di efficienza di 0,65.

Vale a dire un costo per tonnellata di circa 4 € tasse escluse, ma inclusi i costi vari di funzionamento, cosa che porterebbe ad un costo medio di produzione dell'ordine di 12 € per tonnellata, tasse escluse, con ammortamento totale del materiale installato.

6.4. Confronto con le forniture esterne

I prezzi praticati sul mercato locale per gli inerti « di qualità » sono dell'ordine di 12 - 13 € tasse escluse, per tonnellata franco cava, cosa che equivale al prezzo che abbiamo indicato qui sopra per gli inerti valorizzati.

Il risparmio apportato dalla valorizzazione è dunque rilevante, perché bisogna :

- Aggiungere il costo del trasporto per strada al prezzo degli inerti acquistati.
- Dedurre il costo corrispondente al mancato trasporto a discarica dei relativi materiali di scavo.
- Tenere conto che lo stoccaggio primario degli inerti all'imbocco della galleria è già incluso nei 12 €, ma che bisognerebbe aggiungerlo al prezzo qualora gli inerti si dovessero acquistare.
- Tenere conto, sul versante italiano, della possibilità di vendere al mercato locale circa 1,9 milioni di tonnellate di materiali C1 al termine del cantiere.

7. Ambiente e inquinamento

I parametri di sfruttamento considerati in questo studio sono oggi ritenuti quelli che causano l'inquinamento minore, tanto nella fase di lavoro in sottterraneo che durante i lavori di manutenzione, stoccaggio e trasporto di materiali in superficie, e che eliminano il rumore e le emissioni di polveri e di gas di scarico.

- In superficie :
 - Utilizzo del trasporto stradale, il più ridotto possibile nelle vicinanze di SAINT-JEAN, SAINT-MARTIN, LA PRAZ, MODANE e CHIANOCCO.
 - Utilizzo di trasportatori a nastro chiusi ogniqualvolta le condizioni locali della morfologia e di distanza lo consentono :
 - A SAINT-JEAN verso La Combe des Moulins e Les Resses
 - A SAINT-MARTIN verso SAINT-FELIX e/o CALYPSO
 - A MODANE verso Les Moulins e Les Tierces
 - A VENAUS e BERNO verso ESCLOSA
 - A FORESTO verso ESCLOSA

- A CHIANOCCO verso S. GIORIO e CAMPO BASE

Questi trasportatori a nastro sono utilizzati per il trasporto dei materiali di scavo e alcuni sono anche utilizzati per il trasporto degli inerti che ritornano in galleria :

- A SAINT-MARTIN dopo SAINT-FELIX e/o CALYPSO
 - A VENAUS e BERNO dopo ESCLOSA
 - A FORESTO dopo ESCLOSA
- Utilizzo del trasporto con teleferica dopo ESCLOSA verso la Cava del Paradiso, riducendo in questo modo l'impatto sul paesaggio, eliminando qualunque tipo di traffico sulla strada del Moncenisio, e permettendo l'eventuale utilizzo turistico alla fine del cantiere.
 - Installazione della stazione di trattamento dei materiali in ambiente chiuso per eliminare, anche in questo caso, rumore e polveri a SAINT-MARTIN, MODANE e ESCLOSA.
- In sotterraneo
 - Ottimizzazione dell'impiego di trasportatori a nastro per l'evacuazione dei materiali di scavo e per il trasporto degli inerti, eliminando anche in questo caso la circolazione di camions o di dumpers, riducendo l'inquinamento da gas di scarico e liberando le gallerie da un traffico che sarebbe necessariamente intenso e pericoloso.
 - Produzione di calcestruzzo con granulometria fine D massimo 16 o 20 mm, il che facilita la sua messa in opera e riduce notevolmente l'energia di vibrazione e il conseguente rumore.

8. Sensibilità dello studio

Conclusioni – Raccomandazioni.

8.1. Sensibilità dello studio

8.1.1. Sensibilità tecnica

- Parametri geologici

La zona dell'Houiller dalla Pm 9710 alla Pm 21980 costituisce la sola parte della galleria in cui i lavori di riconoscimento permetteranno di convalidare le ipotesi assunte per la valorizzazione. I coefficienti di riutilizzo considerati nello studio sono molto bassi e la quantità di inerti prodotti dalle Arenarie dell'Houiller é di 1,4 milioni di tonnellate. L'eccedenza di produzione a MODANE permetterebbe dunque di sopperire ad una eventuale carenza di rocce di questo tipo.

I micascisti del Permiano possono rappresentare un problema per il loro contenuto in mica. Di questo è stato tenuto conto peggiorando il coefficiente di valorizzazione, laddove soltanto le sabbie sarebbero influenzate dalla mica e dovrebbero subire un trattamento specifico.

- Coefficiente di riutilizzo
 - saranno estratte 29,44 milioni di tonnellate delle quali – 18 in Francia dalla Galleria di Base, 11,44 in Italia dalla Galleria di Base e dalla galleria di BUSSOLENO.
 - 20,8 milioni di tonnellate saranno oggetto di trattamento per produrre, se necessario, 10,5 milioni di tonnellate di inerti che copriranno abbondantemente i fabbisogni previsti in 7,23 milioni di tonnellate,

ossia un coefficiente medio di riutilizzo rispetto alla parte trattabile C1 di 0,505, valore « prudenziale ».

- Materiale di produzione

Nel caso di un progetto con fasi, la maggior parte dei parametri considerati in questo studio resterebbe valida :

- Gli aspetti essenziali che si riferiscono alla logistica per la manutenzione dei materiali restano obbligatoria e con un dimensionamento praticamente identico.
- Il potenziale di coltivazione della « cava galleria » resta buono per quanto riguarda il rapporto percentuale volume di calcestruzzo/volume di materiali trattabili.
- La capacità di produzione delle unità di trattamento dei materiali sarebbe probabilmente da rivedere verso il basso.

8.1.2. Sensibilità economica

- La valutazione economica di tutte le voci principali è stata condotta prevedendo un certo margine di sicurezza.
- Per quanto riguarda in modo particolare la valorizzazione, la suddivisione in fasi del progetto comporterà di conseguenza la notevole diminuzione delle quantità da trattare, e questo potrebbe far aumentare la quota relativa agli ammortamenti e alla manodopera del capitolo 6.3.

La riduzione delle quantità di inerti da produrre dell'ordine di 35 al 40 % (7,23 milioni di t ridotte a 4,5/ 5 milioni di t) ridurrebbe la quota ammortamento + manodopera (40/ 45 milioni di €), fatto che, in prima istanza, non dovrebbe rimettere in discussione l'iniziativa « valorizzazione ».

Il prezzo di 12 € assunto nello studio é, anche questo molto prudenziale, poiché genera 65 milioni di € per la quota manodopera e ammortamento su un investimento di 35 milioni di € .

8.1.3. Sensibilità ai tempi di esecuzione

Considerati separatamente, certi attacchi – SAINT-JEAN, LA PRAZ – saranno più sensibili degli altri. Tutti saranno critici all'inizio dei lavori, da cui la necessità imprescindibile di creare stock di materiali trattabili prima dell'inizio dei lavori, mantenendo a stock i materiali C1 estratti dalle discenderie e dalle gallerie di esplorazione a MODANE (300 kt), VENAUS (400 kt) e FORESTO (finestra di accesso, sempre che questa finestra sia realizzata, e nel caso lo fosse, prima che inizino i lavori propriamente

detti), per fare fronte ai fabbisogni di calcestruzzo dei primi 18 mesi stimati in 220.000 t per la Francia e 300.000 t per l'Italia.

8.1.4. Conclusioni

Sono riportate nel riassunto operativo.

Dovrà essere rivolta particolare attenzione all'importantissimo sito di MODANE.

La tappa successiva che deriva dalle procedure di APD dovrà consentire, a partire da un programma di esecuzione più dettagliato :

- La creazione di un programma più preciso per la produzione dei materiali C1.
- L'analisi più approfondita delle diverse fasi delle operazioni connesse al calcestruzzo.
- L'elaborazione di un programma provvisorio di produzione/consumo di inerti che tenga conto di tutti i parametri ricordati qui sopra.
- L'ottimizzazione del dimensionamento dei trasportatori a nastro.
- Lo studio di un eventuale miglioramento delle prestazioni dei calcestruzzi – con eventuale utilizzo di fibre – in concomitanza con la riduzione dello spessore del rivestimento.
- La verifica del buon comportamento dei calcestruzzi confrontata con il rischio della « reazione alcali - inerti ».
- L'ottimizzazione dell'approvvigionamento di leganti.

Jacques BURDIN.