

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN - NUOVA LINEA TORINO LIONE  
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE - PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO - REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE  
CUP C11J05000030001

GENIE CIVIL – OPERE CIVILI

TUNNEL DE BASE – TUNNEL DI BASE  
RAMEAUX – RAMI  
DIMENSIONNEMENT – DIMENSIONAMENTO

RAPPORT TECHNIQUE SUR L'AUSCULTATION – RELAZIONE TECNICA DI MONITORAGGIO

h	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	08/02/2013	Première diffusion / Prima emissione	M. JANUTOLO (BG) L. PEANO (BG) E. GARIN (BG)	M. RUSSO E. OGNI BENE	CHANTRON M. PANTALEO

CODE DOC	P	D	2	C	3	A	T	S	3	2	4	9	3	0	A	P	N	O	T
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice		Statut / Stato		Type / Tipo			

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3A	//	//	26	90	20	10	02
------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA
-

**Tecnimont**  
Civil Construction  
Dott. Ing. Aldo Mancarella  
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R



LTF sas 1091 Avenue de la Boisse BP 80631 F-73006 CHAMBERY CEDEX (France)  
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 Fax : +33 (0)4.79.68.56.75  
RCS Chambéry 439 556 952 TVA FR 03439556952  
Proprietà LTF Tous droits réservés – Proprietà LTF Tutti i diritti riservati

Ce projet est cofinancé par l'Union européenne (DG-TREN)



Questo progetto è cofinanziato dall'Unione europea (TEN-T)

## SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO .....	3
1. INTRODUZIONE .....	4
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	4
3. STAZIONI DI MONITORAGGIO .....	5
4. ALTRE MISURE E RILIEVI .....	6
5. SOGLIE DI ATTENZIONE E DI ALLARME.....	6
5.1 Generalità.....	6
5.2 Sezione S4 .....	6
5.3 Sezione S5 .....	7

## LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

<b>Tabella 1</b> – Stazioni di monitoraggio - frequenza delle letture .....	5
---	---

## RESUME/RIASSUNTO

Le présent rapport décrit le plan de surveillance prévu pour le creusement des rameaux du Tunnel de Base.

Les auscultations concernent seulement les profils types S4 et S5 avec des mesures de convergence et un piézomètre dans le cas du profil S5 (pour l'évaluation des interventions de consolidation).

Les seuils d'attention et d'alarme pour les profils types sont définis, sur la base des résultats des analyses convergence-confinement et des caractéristiques des interventions de soutènement.

La presente relazione descrive il piano di monitoraggio previsto per lo scavo dei rami del Tunnel di Base.

Il monitoraggio riguarderà solo le sezioni tipo S4 e S5 con misure di convergenza e piezometro spia nel caso della sezione S5 (per la valutazione degli interventi di consolidamento).

Vengono definite inoltre le soglie di attenzione e di allarme per le sezioni tipo previste, sulla base dei risultati delle analisi convergenza-confinamento e delle caratteristiche degli interventi di sostegno.

## 1. Introduzione

La presente relazione descrive il sistema di monitoraggio da mettere in opera durante lo scavo dei rami e fornisce le soglie di attenzione e di allarme per le sezioni tipo previste. In particolare, il monitoraggio sarà effettuato solo per le sezioni tipo S4 e S5, per il quale il fenomeno delle deformazioni ricopre un ruolo fondamentale.

Si ricorda che la sezione S4 (che prevede tra l'altro centine scorrevoli di tipo TH) è applicata nelle zone di faglia sotto alte coperture ed in ammassi di qualità scadente (es. zona a scaglie). La sezione tipo S5 è applicata nei rami ricadenti nei materiali sciolti al di sotto della Val Cenischia. Le misure di sostegno adottate sono volte a limitare al massimo le convergenze e ad impedire il drenaggio della falda in fase di scavo.

**Occorre sottolineare che tale piano di monitoraggio e tali soglie sono state fissate sulla base delle attuali conoscenze geologiche e geomeccaniche dell'ammasso e che in fase esecutiva, sarà necessaria una definizione più accurata basata su sondaggi complementari e sull'esperienza acquisita dallo scavo del cunicolo esplorativo della Maddalena (per lato Italia) nonché dallo scavo del Tunnel di Base che verrà effettuato prima dello scavo dei rami corrispondenti.**

Con il monitoraggio del comportamento della sezione scavata e provvista di sostegno si verificano le ipotesi ed i criteri che sono stati definiti durante la fase di progettazione. Nel caso di differenze fra il comportamento incontrato e quello previsto, i parametri ed i criteri usati per la determinazione del comportamento allo scavo ed il sostegno di prima fase devono essere rivisti. Nel caso in cui le convergenze e le sollecitazioni sui sostegni di prima fase siano maggiori di quelli previsti, è necessaria un'indagine dettagliata sui motivi del differente comportamento. Se necessario, sono da eseguire ulteriori indagini. Se invece il comportamento del sistema è migliore di quello previsto, sono comunque utili delle analisi per capirne le motivazioni ed i risultati devono essere usati per calibrare il modello.

Il piano di indagini si propone essenzialmente i seguenti obiettivi:

- Verifica tridimensionale dell'evoluzione deformativa della cavità (convergenze) in relazione sia al fattore tempo ed al progressivo allontanamento del fronte, sia alle caratteristiche geostrutturali e geomeccaniche dell'ammasso;
- Verifica dell'interazione ammasso-sistema di supporto.

## 2. Documenti di riferimento

- PD2-C3A-TS3-2420 Relazione Tecnica di Calcolo
- PD2-C3A-TS3-2489e1236 Scavo e sostegno – Rami R0 – Sezioni tipo S1-S4
- PD2-C3A-TS3-1237e1238 Scavo e sostegno – Rami R0 – Sezione tipo S5
- PD2-C3A-TS3-1240-1241-1242 Scavo e sostegno – Rami R0-2 – Sezioni tipo S1-S4
- PD2-C3A-TS3-2491-2492-1243 Scavo e sostegno – Rami R1 – Sezioni tipo S1-S4
- PD2-C3A-TS3-1244-1245 Scavo e sostegno – Rami R1 – Sezioni tipo S5
- PD2-C3A-TS3-1246-1247-1248-1249 Scavo e sostegno – Rami R1-2

- PD2-C3A-TS3-2490 Stazioni di monitoraggio.

### 3. Stazioni di monitoraggio

Ogni ramo con sezione tipo S4 o S5 avrà almeno una stazione di monitoraggio. Per la sezione tipo S4, la strumentazione di monitoraggio comprende:

- 5 mire ottiche per la misura delle convergenze.

Per la sezione tipo S5, la strumentazione di monitoraggio comprende:

- 5 mire ottiche per la misura delle convergenze.
- Piezometro spia all'interno del fronte iniettato, per la valutazione dell'efficacia degli interventi di consolidamento del nucleo.

Dato che lo scavo dei rami viene effettuato dopo la realizzazione delle sezioni correnti del TdB e a partire da queste, bisogna considerare l'effetto delle gallerie correnti sul comportamento tensio-deformativo dell'ammasso durante lo scavo dei rami. Per questa ragione, al fine di poter rendere questi effetti trascurabili (ovvero al di fuori della zona plastica sviluppatasi durante lo scavo della sezione corrente), occorre posizionare le stazioni di monitoraggio ad una distanza dall'asse del TdB pari ad almeno 2 volte il diametro del ramo (circa 16 m). Data la geometria, questo significa che la stazione di monitoraggio si troverà nella sezione corrente dei rami. Nel caso dei rami R1 e R1-2 questa deve essere ubicata al di fuori dell'intersezione con i locali tecnici (quindi proprio a 16 m dall'asse del TdB).

La tabella seguente riporta la frequenza delle misurazioni per le stazioni di monitoraggio previste:

Sezione tipo	Frequenza	Periodo di misura
S4	Quotidiana	Fino alla stabilizzazione degli spostamenti
	Settimanale	Per 4 settimane dopo la stabilizzazione degli spostamenti
	Mensile	Nel caso in cui gli spostamenti si mantengano stabili, fino al getto del rivestimento definitivo
S5	Quotidiana	Fino alla stabilizzazione degli spostamenti
	Settimanale	Per 4 settimane dopo la stabilizzazione degli spostamenti
	Mensile	Nel caso in cui gli spostamenti si mantengano stabili, fino al getto del rivestimento definitivo

*Tabella 1 – Stazioni di monitoraggio - frequenza delle letture*

## 4. Altre misure e rilievi

Oltre alle stazioni di monitoraggio, è necessario eseguire almeno un rilievo del fronte di scavo per ogni ramo e comunque in corrispondenza di faglie e cambiamenti litologici. In rocce eterogenee dovrà essere effettuato un rilievo ad ogni sfondo.

Se necessario in certe zone possono essere inoltre installati dei piezometri per determinare le condizioni idrauliche in situ.

## 5. Soglie di attenzione e di allarme

### 5.1 Generalità

Le soglie di attenzione e di allarme riguardano le misure delle convergenze (spostamenti radiali).

Le soglie sono state definite in funzione del comportamento dell'ammasso roccioso sulla base delle analisi effettuate nella relazione di calcolo (documento PD2-C3A-TS3-2420, ma si fa riferimento anche alla relazione di calcolo dell'area di sicurezza di Clarea – documento PD2-C3A-TS3-3740) e delle caratteristiche del sistema di sostegno adottato.

### 5.2 Sezione S4

Bisogna distinguere le sezioni tipo S4 senza arco rovescio da quelle con arco rovescio.

Per le sezioni tipo senza arco rovescio si fa riferimento alle analisi effettuate con il metodo convergenza-confinamento per l'area di sicurezza di Clarea (documento PD2-C3A-TS3-3740) per i serbatoi di raccolta (sezione H-H). Le convergenze da considerare per le soglie di allarme e di attenzione dipendono dal momento in cui si chiudono gli intagli e si serrano le centine scorrevoli. Infatti prima di tale momento si consentono deformazioni libere dell'ammasso, poi il sostegno si carica effettuando il suo ruolo di confinamento e quindi non consentendo ulteriori deformazioni rilevanti. Il valore di convergenza associato alla chiusura degli intagli (anticipata o non) dipende dall'estensione della faglia come mostrato nella relazione di calcolo.

Considerando una larghezza della faglia di 30 m (valore massimo nella relazione di calcolo), si fissa la soglia di attenzione pari a 6 cm (80 % del valore di convergenza associato alla chiusura degli intagli) e la soglia di allarme pari a 9 cm (120 % del valore di convergenza associato alla chiusura degli intagli).

Per la sezione tipo con arco rovescio si considera l'analisi effettuata nella relazione PD2-C3A-TS3-2420. Si lascia rilasciare completamente lo stato tensionale grazie alle centine scorrevoli per cui si fissa a 9.6 cm la soglia di attenzione (80 % dello spostamento calcolato) e 14.4 cm la soglia di allarme (120% dello spostamento calcolato).

Comunque, al di là delle soglie indicate, la misura delle convergenze sarà molto utile per monitorare l'evoluzione delle convergenze e decidere il momento del serraggio delle centine.

### 5.3 Sezione S5

Dato gli interventi di sostegno al fronte ed al contorno, si fissa la soglia di attenzione a 1 cm e la soglia di allarme a 3 cm.