

# LIASON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne  
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese  
Sezione transfrontaliera

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  
GALERIE DE VENTILATION ET ACCES VAL CLAREA – GALLERIA DI VENTILAZIONE E ACCESSO VAL  
CLAREA

GALERIE - GENERALITES – GALLERIA – ELABORATI GENERALI

RAPPORT TECHNIQUE SUR L'AUSCULTATION – RELAZIONE TECNICA DI MONITORAGGIO

h	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfié 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 C. COGNIBENE	GHANTRON M. PANTALEO

CODE DOC	P	D	2	C	3	A	T	S	3	0	4	2	1	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	47	15	10	03
------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA
-

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



  
**LYON TURIN FERROVIAIRE**

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 439 356 952 TVA FR 03439556952  
Propriété 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 .....	5
5. SOGLIE DI ATTENZIONE E DI ALLARME.....	6
5.1 Generalità.....	6
5.2 Sezione S3a.....	6
5.3 Sezione S3b .....	7
5.4 Sezioni S4 e S5a .....	7
5.5 Sezione S5b .....	7
5.6 Sezione S6 .....	7
5.7 Sezione S7 .....	7

## RESUME/RIASSUNTO

<p>Le présent rapport décrit le plan de surveillance prévu pour la galerie de ventilation de Val Clarea.</p>	<p>La presente relazione descrive il piano di monitoraggio previsto per la galleria di ventilazione di Val Clarea.</p>
<p>Les sections de surveillances seront de trois types: fondamentales, principales et secondaires, en fonction du nombre et du type des instrumentations.</p>	<p>Le stazioni di monitoraggio saranno di tre tipi: fondamentali, principali e secondarie, che si differenziano per il numero ed il tipo di attrezzature.</p>
<p>Les seuils d'attention et d'alarme pour les différents profils types sont définis, en fonction des résultats des simulations, des caractéristiques des matériaux de soutènement et des surcreusements.</p>	<p>Vengono definite inoltre le soglie di attenzione e di allarme per le sezioni tipo previste, sulla base dei risultati delle simulazioni, delle caratteristiche dei materiali dei sostegni e dei sovrascavi.</p>

## 1. Introduzione

La presente relazione descrive il sistema di monitoraggio da mettere in opera durante lo scavo della galleria di ventilazione di Val Clarea e fornisce le soglie di attenzione e di allarme per le diverse sezioni tipo previste lungo il suo sviluppo. Non si prevedono stazioni di monitoraggio per le sezioni tipo S1 e S2 in quanto usate nel caso di ammassi rocciosi di buona qualità.

**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 nonché dallo scavo della galleria stessa.**

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 della galleria corrente si propone essenzialmente i seguenti obiettivi:

- Verifica tridimensionale dell'evoluzione deformativa della cavità in relazione sia al fattore tempo ed al progressivo allontanamento del fronte, sia alle caratteristiche geostrutturali e geomeccaniche dell'ammasso;
- Controllo 3D dello sviluppo della fascia plastica in avanzamento;
- Verifica dell'interazione ammasso-sistema di supporto;
- Analisi dello stato di sollecitazione nelle strutture di sostegno, con particolare attenzione ad eventuali condizioni di anisotropia tensionale.

Il sistema di monitoraggio proposto ed illustrato nel dettaglio nel seguito è stato definito rispettando le attività minime di monitoraggio del capitolato costruzioni opere civili RFI ed anche sulla base delle raccomandazioni AFTES GT19R2F1 "Méthodes d'auscultation des ouvrages souterrains".

## 2. Documenti di riferimento

- PD2-C3A-TS3-0406 Relazione Tecnica di Calcolo – Galleria di ventilazione e accesso Val Clarea;
- PD2-C3A-TS3-0408-0416 Scavo tradizionale – Sezioni tipo S1-S7
- PD2-C3A-TS3-0417-0418-0433-0434 Carpenterie sezioni tipo S1-S7
- PD2-C3A-TS3-0419 Sezioni di monitoraggio in avanzamento.

### 3. Stazioni di monitoraggio

Vi sono tre tipi di stazioni di monitoraggio: fondamentali, principali e secondarie. La lettura dovrà avvenire almeno con frequenza giornaliera. Allo scopo di apprezzare in modo adeguato l'effetto tempo ed allontanamento dal fronte nei primi metri, nel primo giorno dall'installazione si effettuerà una lettura ogni 4 ore e nei successivi 3 giorni una lettura ogni 12 ore.

Le stazioni fondamentali comprendono:

- 6 mire ottiche rimovibili per misurare le deformazioni del cavo
- 3 estensimetri multibase di lunghezza non inferiore a 16 m (in funzione dell'estensione del raggio plastico) per la misura delle deformazioni e dell'estensione della fascia plastica
- 2 celle di carico idrauliche installate al di sotto del piede delle centine (naturalmente solo nel caso di sezioni tipo con centine)
- 5 celle di pressione radiali, da installare nel cls proiettato
- 1 sondaggio a carotaggio continuo in avanzamento, di lunghezza almeno pari a 30 m.

Le stazioni fondamentali saranno installate almeno ogni 1000 m. Le misure saranno effettuate per tutta la durata del cantiere.

Le stazioni principali comprendono:

- 6 mire ottiche rimovibili
- 5 celle di pressione radiali.

La distanza tra le stazioni principali è di massimo 500 m. La misura sarà effettuata fino a 5 diametri del fronte o fino al getto del rivestimento definitivo.

Le stazioni secondarie comprendono solo 6 mire ottiche rimovibili. La distanza tra le stazioni secondarie è di massimo 50 m. Le misure saranno effettuate fino al getto del rivestimento definitivo.

Le mire devono essere posizionate a distanza non superiore a 100 cm dal fronte di scavo e la lettura di "zero" deve essere immediata. Le mire installate sui piedritti devono essere poste ad una quota non superiore ad 1 m sopra la quota dei piani dei centri.

Le distanze tra le stazioni di monitoraggio saranno comunque adattate in funzione delle condizioni geologiche e del comportamento del sostegno. In particolare, dovrà essere prevista una stazione fondamentale in corrispondenza della zona di imbocco, delle faglie, delle zone fratturate e di eventuali cambiamenti litologici (comunque non previsti allo stato attuale delle conoscenze).

### 4. Altre misure e rilievi

Oltre alle stazioni di monitoraggio, è necessario eseguire un rilievo del fronte di scavo almeno ogni 50 m 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.

Per maggiori dettagli sul sistema di monitoraggio si veda il capitolato RFI.

Nel caso dei micascisti di Clarea quando piuttosto competenti (GSI maggiore di 60) e sotto coperture superiori a 1000 m potrà essere anche disposto un sistema per il rilevamento dei fenomeni di rockburst con metodi microsismici come previsto nel cunicolo esplorativo della Maddalena (documento PP2-MA1-ITF-0151). Sarà interessante il ritorno di esperienza di tale monitoraggio nel cunicolo, trattandosi della stessa litologia.

Il monitoraggio microsismico avrà le seguenti finalità:

- determinazione della posizione delle sorgenti di rocknoise
- valutazione dei livelli di magnitudo
- studio del meccanismo focale
- caratterizzazione statistica degli ammassi rocciosi in funzione del numero di eventi microsismici e della loro energia
- valutazione del rischio di rockburst.

## 5. Soglie di attenzione e di allarme

### 5.1 Generalità

Le soglie di attenzione e di allarme riguardano le misure delle convergenze (spostamenti radiali) e degli sforzi sulle centine. Non si forniscono valori di pressione nel cls proiettato in quanto più difficili da definire a priori dato che l'introduzione del dispositivo di misura ne può modificare lo stato iniziale di sollecitazione.

Le soglie sono state definite in funzione del comportamento dell'ammasso roccioso sulla base delle simulazioni effettuate nella relazione di calcolo (documento PD2-C3A-TS3-0406), della capacità resistente e di deformazione dei sostegni e del sovrascavo/tolleranza sulle deformazioni (spostamenti sul raggio) definita per ciascuna sezione tipo.

Generalmente la soglia di attenzione è stata fissata pari all'80 %/100% del valore di spostamento o di sollecitazione effettiva calcolata (senza coefficienti maggiorativi) mentre la soglia di allarme al 120 %/150 % di tali valori.

In assenza di valori di calcolo, nel caso delle convergenze radiali, si fissa la soglia di attenzione pari al 40 % del valore di sovrascavo/tolleranza indicato negli elaborati delle sezioni tipo, mentre la soglia di allarme al 70%. Nel caso delle sollecitazioni nelle centine, la soglia di attenzione è data dal carico tale per cui non si superi il 70% della resistenza di calcolo  $f_{yd}$  mentre la soglia di allarme è data dal valore corrispondente alla resistenza di calcolo delle centine  $f_{yd}$ . Quest'ultimo valore vale come limite massimo anche nel caso di sollecitazioni ottenute da simulazioni.

### 5.2 Sezione S3a

In riferimento agli spostamenti calcolati considerando il fenomeno di spalling, si fissa a 35 mm la soglia di attenzione in quanto rappresentativa di un fenomeno di spalling in atto e a 40 mm la soglia di allarme in quanto prossima allo spostamento massimo che gli elementi del sostegno sono in grado di sopportare.

### 5.3 Sezione S3b

Data la presenza di centine scorrevoli ed intagli, si fissa a 8 cm la soglia di attenzione e a 14 cm la soglia di allarme.

Per le centine TH36 della sezione S3b, si fissa 1070 kN per la soglia di attenzione e 1530 kN per la soglia di allarme (dopo chiusura dei giunti).

### 5.4 Sezioni S4 e S5a

Le simulazioni effettuate mostrano valori di spostamento molto piccoli. Per le misure di convergenza si stabilisce la soglia di attenzione pari a 9 mm mentre pari a 1.5 cm per la soglia di allarme.

Per le sollecitazioni di sforzo normale sulle centine, sulla base dei valori di sollecitazione ottenuti dai calcoli e della capacità resistente delle centine rispetto alla capacità resistente del sistema centine+cls proiettato, si fissa pari a 460 kN la soglia di attenzione e pari a 700 KN la soglia di allarme.

### 5.5 Sezione S5b

Per le misure di convergenza si stabilisce la soglia di attenzione pari a 1 cm mentre pari a 1.5 cm per la soglia di allarme.

Per le sollecitazioni di sforzo normale sulle centine si fissa, sulla base dei valori di sollecitazione ottenuti dai calcoli e della capacità resistente delle centine rispetto alla capacità resistente del sistema centine+cls proiettato, pari a 130 kN la soglia di attenzione e a 200 KN la soglia di allarme.

### 5.6 Sezione S6

Sulla base delle simulazioni effettuate, dati gli spostamenti radiali considerevoli previsti, si stabilisce la soglia di attenzione pari a 45 cm mentre pari a 65 cm per la soglia di allarme.

Per le sollecitazioni di sforzo normale sulle centine, sulla base dei valori di sollecitazione ottenuti dai calcoli e della capacità resistente delle centine rispetto alla capacità resistente del sistema centine+cls proiettato, si fissa pari a 320 kN la soglia di attenzione e a 500 KN la soglia di allarme.

### 5.7 Sezione S7

Si stabilisce pari a 2 cm la soglia di attenzione e a 3.5 cm la soglia di allarme.

Per le sollecitazioni di sforzo normale sulle centine, sulla base dei valori di sollecitazione ottenuti dai calcoli e della capacità resistente delle centine rispetto alla capacità resistente del sistema centine+cls proiettato, si fissa pari a 160 kN la soglia di attenzione e a 250 kN la soglia di allarme.