

LIAISON 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**

**PARTE IN TERRITORIO ITALIANO – PROGETTO IN VARIANTE
(OTTEMPERANZA ALLA PRESCRIZIONE N. 235 DELLA DELIBERA CIPE 19/2015)**

CUP C11J05000030001 – PROGETTO DEFINITIVO

GENIE CIVIL – OPERE CIVILI

**RISQUE DE GLISSEMENT DES COÛTS ET DES TEMPS –
RISCHIO DI SLITTAMENTO DEI COSTI E TEMPI DI COSTRUZIONE
ANALYSE DAT – ANALISI DAT**

ILLUSTRATION DU MODELE – ILLUSTRAZIONE DEL MODELLO

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
		Révisions précédentes phases PD2 (8200_A) et PR (7810_C) / Revisioni precedenti fase PD2 (8200_A) e PR (7810_C)			
B	20/01/2017	Première émission PRV / Prima emissione PRV	F. REDOUTEY (BG)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
C	10/03/2017	Révision suite aux commentaires de TELT / Revisione a seguito commenti TELT	F. REDOUTEY (BG)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
D	31/03/2017	Révision suite aux échanges avec TELT / Revisione a seguito condivisione commenti con TELT	F. REDOUTEY (BG)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI



COD E DOC	P	R	V	C	3	A	T	S	3	8	2	0	0	D
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla		Émetteur / Emittente			Numero			Indice			

A	P	N	0	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3A	//	//	39	01	01	10	01
------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA
-



TELT sas – Savoie Technolac - Bâtiment "Homère"
13 allée du Lac de Constance – 73370 LE BOURGET DU LAC (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
Propriété TELT Tous droits réservés – Proprieta TELT 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

1. INTRODUZIONE	5
1.1 Generalità.....	5
1.2 Modifiche rispetto al PR.....	5
1.3 Documenti di riferimento	6
2. IPOTESI GENERALI	7
3. PRESENTAZIONE GENERALE DEL SOFTWARE DAT	7
3.1 Il modulo geologico «GEO».....	8
3.1.1 Input “Area”	8
3.1.2 Input Zona	8
3.1.3 Incidenti geologici	9
3.1.4 I Ground Parameters (GP).....	9
3.1.5 Le Ground Classes (GC).....	10
3.2 Il modulo «costruzione»	10
3.3 Passaggio dal modulo «geologico» al modulo «costruzione».....	11
3.4 La simulazione.....	11
4. ANALISI DEI DATI E DEFINIZIONE DEL MODELLO	12
4.1 Caratteristiche generali per la modellizzazione.....	12
4.2 Il modello geologico	17
4.2.1 L’area	17
4.2.2 Suddivisione del tracciato in zone geotecniche omogenee.....	17
4.2.3 I Ground Parameters	20
4.2.4 Gli incidenti geologici / idrogeologici	27
4.2.5 Le Ground Classes	33
4.3 Il modello "costruzione"	33
4.3.1 Le classi di costruzione.....	33
4.3.2 Passaggio dalle classi geologiche alle classi di costruzione	37
4.3.3 Tempi di esecuzione	39
4.3.4 Classi di costruzione – incidenti geologici	45
4.4 Planning generale dei lavori	45

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 : Variabili "min", "mode", "max"	8
Figura 2 : Ground Classes definite dalla combinazione dei Ground Parameters [Dudt]	10
Figura 3 : Relazione deterministica tra GC e CC [Dudt, 1999]	11
Figura 4 : Relazione probabilistica tra GC e CC [Dudt, 1999]	11
Figura 5 : Schema generale del sistema DAT [Grasso et al, 2005]	12
Figura 6 : Criterio di attivazione del tunnel 7	14
Figura 7 : Metodi di scavo del TdB.....	15
Figura 8: Rappresentazione schematica dei tunnel	16

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 : Esempi di Ground Parameters.....	9
Tabella 2 : Binario considerato per la simulazione DAT.....	13
Tabella 3 : Definizione dei valori dell'indice di affidabilità (R-index)	18
Tabella 4 : Variazione dei limiti delle zone in funzione dei valori R-index	18
Tabella 5 : Sintesi descrittiva delle zone	20
Tabella 6 : Definizione dei Ground Parameters	21
Tabella 7 : Sistema RMR (Rock Mass Rating) – basato su Bieniawski (1989).....	23
Tabella 8 : Indicazioni per lo scavo e il sostegno - basato su Bieniawski (1989).....	24
Tabella 9 : GP2: Venuta d'acqua diffusa	24
Tabella 10 : Scenari corrispondenti all'incidente di tipo A – Venuta d'acqua molto localizzata in corrispondenza di una frattura.....	28
Tabella 11 : Scenari corrispondenti all'incidente di tipo B - Zona fratturata con forti venute d'acqua	28
Tabella 12 : Scenari corrispondenti all'incidente di tipo C- Zona di miloniti o di cataclasiti .	29
Tabella 13 : Scenari corrispondenti all'incidente di tipo D – Zona carsica	29
Tabella 14 : Scenari corrispondenti all'incidente di tipo F – Carbone.....	30
Tabella 15 : Scenari corrispondenti all'incidente di tipo G – Iniezione.....	30
Tabella 16 : Input incidenti geologici – incidente di tipo C.....	31
Tabella 17 : Inventario delle classi di costruzione	36
Tabella 18 : Estratto della matrice di passaggio.....	38
Tabella 19 : Ground class n. 189, valida per la zona della Val Cenischia	38
Tabella 20 : Ground class n. 190, valida per la zona di Saint-Julien-Montdenis.....	38
Tabella 21 : Ground class n. 191, valida per la zona Unità Oceanica.....	39
Tabella 22 : Cadenze d'avanzamento con metodo tradizionale.....	40
Tabella 23 : Classi di costruzione per fresa aperta.....	41
Tabella 24 : Velocità di avanzamento della fresa mista lungo le diverse formazioni geologiche	42
Tabella 25 : Classi di costruzione per la fresa mista	42
Tabella 26 : Classi di costruzione per la fresa scudata.....	43
Tabella 27 : Classi di costruzione corrispondenti agli incidenti	45
Tabella 28 : Programma dei lavori.....	46
Tabella 29 : Fermi macchina pianificati.....	47

RESUME / RIASSUNTO

La présente étude concerne l'analyse probabiliste DAT (Decision Aids for Tunneling) sur tout le long du tunnel de Base de la nouvelle liaison Lyon-Turin. Le DAT est un logiciel de support au processus de décision dans la conception/réalisation des tunnels et est utilisé pour simuler, de façon probabiliste, le processus de construction en souterrain, permettant ainsi d'illustrer les effets des incertitudes liées à la géologie et, aux méthodes de construction en termes de temps et de coûts.

Le creusement du Tunnel de Base a été simulé à partir des données géologiques, géotechniques, hydrogéologiques et des données construction (méthodes d'excavation, profil de soutènement/revêtement, cadences d'avancement), élaborés en considérant une sélection de différents paramètres identifiés dans les études de Projet de Référence Final côté France et de Progetto in Variante côté Italie. Ainsi le DAT a permis de mettre en interaction les risques liés à la complexité du milieu naturel et des méthodes de construction.

Ce rapport présente les hypothèses, le fonctionnement, et l'illustration du modèle. La présentation des résultats est traitée dans le rapport *PRV_C3A_TS3_7941 – Présentation des résultats*.

Lo studio presentato riguarda l'analisi probabilistica DAT (Decision Aids for Tunneling) per l'intero Tunnel di Base della Nuova Linea Torino-Lione. Il DAT è un programma di supporto al processo di decisione nella progettazione/realizzazione delle gallerie, ed è utilizzato per simulare, in modo probabilistico, il processo di costruzione in sotterraneo, il che permette di illustrare, in maniera probabilistica, gli effetti delle incertezze legate alla geologia e ai metodi di costruzione in termine di tempi e costi.

Lo scavo di Tunnel di Base è stato simulato a partire da dati geologici, geotecnici ed idrogeologici e dai dati di costruzione (metodi di scavo, sezioni tipo di sostegno e rivestimento e cadenze d'avanzamento), elaborati considerando una selezione di parametri differenti identificati negli studi del Progetto de Référence Final per il lato Francia e di Progetto in Variante per il lato Italia. In questo modo il DAT ha permesso di mettere in relazione i rischi legati alle complessità dell'ambiente naturale dei metodi di costruzione.

Questo documento presenta le ipotesi, il processo e l'illustrazione del modello. La presentazione dei risultati è trattata nel documento *PRV_C3A_TS3_7941 – Presentazione dei risultati*.

1. Introduzione

1.1 Generalità

Lo studio in oggetto riguarda l'analisi probabilistica DAT (Decision Aids in Tunneling) delle incertezze riguardanti i costi e i tempi di realizzazione del Tunnel di Base di lunghezza 57 km circa, dei quali 45 km in Francia e 12 km in Italia. Tale opera è costruita a partire da Saint-Jean-de-Maurienne (Pk 3+921) fino a Susa (Pk 61+075).

Il DAT consente di simulare il processo di costruzione sotterranea in maniera probabilistica tenendo conto dei rischi individuati e degli scenari di scavo con la loro relativa probabilità di occorrenza. I dati d'ingresso sono rappresentati dalle condizioni geologiche e dai parametri di costruzione lungo il tracciato, dal loro grado di variabilità e di incertezza. I risultati dell'analisi DAT illustrano gli effetti delle condizioni geologiche incontrate lungo il tracciato e dei metodi di costruzione, fornendo una distribuzione dei tempi e dei costi nel corso della fase di costruzione.

Il gruppo TSE3 ha elaborato, in collaborazione con GEOMOD, una metodologia atta a consentire la modellazione del Tunnel di Base grazie al software DAT.

La messa a punto dei dati d'ingresso («input») che rappresentano il progetto dell'infrastruttura, integrando gli aspetti geologici, idrogeologici e geotecnici della tratta oggetto di studio, così come i diversi metodi di costruzione adottati, è stata realizzata da TSE3.

Nelle fasi precedenti, l'illustrazione del modello e la presentazione dei risultati erano conglobate nella stessa relazione. Queste due entità sono state dissociate, questa relazione comprende dunque le parti seguenti:

- Principi generali dell'analisi DAT.
- Analisi dei dati e definizione del modello sullo scenario del PRF lato Francia e PRV lato Italia

1.2 Modifiche rispetto al PR

Rispetto allo studio precedente, sono stati modificati i seguenti elementi:

- Modifica del punto di incontro dei tunnel 1 e 2 (fronti provenienti da Saint-Julien-Montdenis e dal ramo Ovest di Saint-Martin).
- Spostamento dell'area di sicurezza di Clarea verso est, in territorio Italiano.
- Aggiunta di un possibile contrattacco (tunnel 7) a partire dall'area di sicurezza di Clarea, a causa della forte incertezza sui tempi di realizzazione della tratta tra Modane e Susa osservata negli studi precedenti.
- Modifica del fasaggio sul lato Italia e del metodo di scavo in prossimità dell'imbocco a Susa (unità oceaniche) con la creazione di una nuova sezione tipo TM6 per trattare il passaggio della TBM nelle rocce verdi in corrispondenza dell'unità oceanica.
- Aggiunta della galleria Maddalena 2 nei tempi di realizzazione dell'analisi DAT (corrispondente a 2 nuove zone).
- Aggiornamento delle zone e dei parametri geologici, geomeccanici e idrogeologici (GP1 a GP4) e degli incidenti, principalmente sul lato Italia al fine di integrare il ritorno di esperienza della galleria geognostica della Maddalena (denominata Maddalena 1).

- Creazione di una nuova sezione tipo di scavo tradizionale (S11) per il lato Italia, al fine di tener conto dei fenomeni di rilascio osservati nella galleria geognostica della Maddalena (Maddalena 1).
- Creazione di nuove classi di terreno e classi di costruzione (nonché modifica di quelle precedentemente definite) al fine di tener conto dei nuovi profili principalmente sul lato Italia.

1.3 Documenti di riferimento

Riferimenti del progetto

PRF_C3B_TS3_0033_00-06-00-10-01 – Rapport de synthèse (côté France)
PRF_C3B_TS3_0016_00-03-02_10-01 – Rapport géomécanique général
PR_C3B_TS3_0018_00-03-02_30-01 – Maquette géotechnique-côté France
PRF_C3B_TS3_0034_00-06-00_40-01 – Maquette des risques géologiques
PRF_C3B_TS3_0014_00-02-02_40-01 – Coupe hydrogéologique verticale le long du tracé du Tunnel de Base – côté France
PRV_C3B_TS3_0088_00-06-00_10-01 – Relazione di sintesi (lato Italia)
PRV_C3B_0053_00-02-01_40-01 – Sezione idrogeologica
PRV_C3B_0093_00-01-01_40-02 – Profilo geologico schematico
PRV_C3B_TS3_0142_00-01-03_40-03 – Profilo geologico verticale del Tunnel di Base
PRV_C3B_TS3_0103_00-03-03_40-01 – Profilo geomeccanico lato Italia
PRV_C3B_TS3_0056_00-02-03_40-01 – Profilo idrogeologico lato Italia
PRV_C30_0087_35-00-00_90-02 – Planning "chemin de fer" genie civil
PR_C3A_TS3_3001_26-03-00_10-02 – Rapport technique sur l'analyse des risques
PR_C3A_TS3_6550_33-02-01_10-03 – Rapport descriptif sur les méthodes de creusement des tunnels et des ouvrages connexes
PRF_C3A_TS3_3002_26-03-00_10-03 – Rapport technique et de calcul
PRF_C3A_TS3_3003_26-03-00_40-01 – Profil en long géotechnique/géomécanique avec application des profils types
PR_C3A_TS3_6541_33-02-01_10-02 – Méthodes d'excavation pour le tronçon Saint Martin la Porte – La Praz
PRV_C3A_0880_33-02-02_10-01 Relazione illustrativa sui metodi di scavo delle gallerie e delle opere connesse
PRV_C3A_3949_26-19-00_10-02 Relazione tecnica e di calcolo
PRV_C3A_3948&3951_26-19-00_40-01&02 Profilo geologico-geomeccanico con applicazione delle sezioni tipo
PRV_C3A_0896_33-02-02_10-05 Scavo meccanizzato con fresa
PRV_C3A_TS3_7811_39-01-01_90-01 – Analyse DAT –Diagramme probabiliste "chemin de fer"

PRV_C3B_7207_26-48-01_40-03 – Profilo geologico-geomeccanico Galleria Maddalena2

Bibliografia

Dudt J.P. *Presentation of the DAT (Decision Aids for Tunneling)*. Laboratoire de mécanique des roches. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.

Dudt J.P. (1999): *Risk assessment for tunnel construction cost and time*. Gibraltar Strait Fixed Link 3rd UN/ITA Workshop Rabat, 22 au 24 avril 1999.

Gaillard C.,Humbert E., Rival F., Robert A. : *Le management des risques géotechniques est-il toujours pertinent*. Centre d'Etudes des Tunnel (CETU)

Grasso.P., Chiriotti. E., S.XU (2005) : *La maîtrise des risques une approche indispensable dans le développement des tunnels en terrains difficiles* ; Geodata Spa.

Min.S.Y , Kim.T.K., Lee J.S., Einstein H.H.,(2008): *Design and construction of a road tunnel in Korea including application of the Decision Aids for Tunneling – A case study*. Tunneling and Underground Space Technology.

2. Ipotesi generali

Lo studio in oggetto riguarda la sezione corrente delle due canne del tunnel di base. Si sono esclusi dall'analisi costi/tempi le nicchie e i rami nonché le relative variazioni geometriche di sezione. Si è infatti ritenuto che i rischi della costruzione di questi elementi producessero un impatto trascurabile rispetto al Tunnel di Base.

Quest'analisi è stata realizzata sulla base dei dati geologici, geomeccanici e idrogeologici del lotto C3B.

Per quanto concerne i costi, ci si è basati sui prezzi diretti valore 2012.

Nella simulazione DAT viene considerata solo la 1^a canna scavata.

3. Presentazione generale del software DAT

Il programma DAT (Decision Aids for Tunneling) è stato sviluppato dal Massachusetts Institute of Technology (MIT) e dall'Ecole Polytechnique Fédérale di Losanna (EPFL) all'inizio degli anni Novanta.

Si tratta di uno strumento di supporto alle decisioni che permette di simulare un processo di costruzione sotterraneo in modo probabilistico. Il sistema DAT permette di gestire e di analizzare le diverse sequenze dello scavo, come nel caso di fronti multipli scavati in parallelo oppure in sequenza. Permette inoltre di simulare la costruzione contemporanea di più tunnel in uno stesso progetto.

L'incertezza del modello di riferimento è simulata tramite una tecnica di estrazione casuale di tipo Monte Carlo. A tal fine, le principali variabili d'ingresso sono state introdotte sotto forma di distribuzione triangolare o uniforme del tipo «min/mode/max» e trattate come variabili aleatorie.

La variabile «mode» corrisponde al valore probabile, ovverosia il vertice del triangolo. Se il triangolo è simmetrico, la moda e la media sono uguali. Per contro, se è asimmetrico, i due valori sono differenti (Figura 1).

Ad esempio, se si ha un valore min=10, moda=20 e max=60, la media in questo caso varrà $(10+20+60)/3=30$.

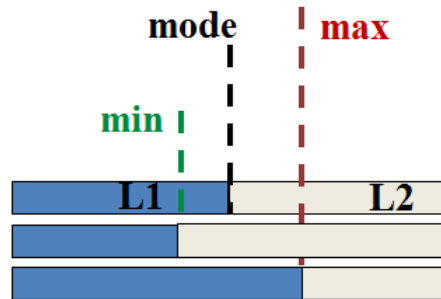


Figura 1 : Variabili "min", "mode", "max"

Il menu di input è costituito da due principali sottomenu detti *moduli*: il modulo geologico «Geo» e il modulo «costruzione», come spiegheremo nel seguito del documento.

3.1 Il modulo geologico «GEO»

Il modulo di descrizione geologica permette di realizzare, in maniera probabilistica, dei profili geologici e geotecnici sotto forma di classi geologiche lungo il tracciato dell'opera.

Questi profili si ottengono grazie alla combinazione di informazioni oggettive e soggettive fornite da esperti.

I dati d'ingresso (INPUT) seguono un ordine gerarchico, dal più generale al più specifico. Questo software è estremamente flessibile. Nessun dato è codificato: tutti gli ingressi sono raccolti sulla base di informazioni fornite dai geologi.

3.1.1 Input "Area"

Il dato di ingresso Area corrisponde all'estensione complessiva del progetto. E' definito grazie a una PK iniziale e una PK finale. Solo la parte dell'opera che si trova in questo intervallo potrà essere utilizzata per la simulazione DAT.

3.1.2 Input Zona

L'area è suddivisa in zone omogenee in funzione delle condizioni geologiche o geomeccaniche. Il concetto di omogeneità varia a seconda dei modelli e del progetto.

La loro lunghezza è variabile e dipende dall'incertezza geologica del progetto. Le zone possono essere definite in termini di lunghezza (L) oppure sulla base della loro posizione (PK di fine); in entrambi i casi occorre inserire nel modello le variabilità dei limiti di ciascuna zona:

Lunghezza L: min/mode/max.

PK fine: min/mode/max.

La variazione di lunghezza o di posizione può essere definita per ciascuna zona da una legge di distribuzione triangolare.

3.1.3 Incidenti geologici

Il termine «incidente geologico» o «idrogeologico» viene impiegato per definire eventi che possono avere delle conseguenze di importanza molto variabile sulle durate e sui costi di realizzazione di un tunnel. L'incidente geologico minore nel senso del geologo, ad esempio un contatto geologico «anomalo» tra due formazioni, non viene qui preso in considerazione se il suo attraversamento non pone particolari problemi costruttivi.

Detto ciò, esiste in letteratura una grande varietà di incidenti geologici o idrogeologici che si possono incontrare nelle opere sotterranee, così come una vasta gamma di trattamenti possibili per affrontarli.

Occorre pertanto definire un ampio ventaglio di incidenti (da minori a maggiori) di diverso tipo.

L'esperienza dimostra infatti che, in un tunnel profondo, si riscontrano relativamente spesso degli incidenti minori che causano isolatamente solo delle deboli perturbazioni al cantiere ma che, in ragione della loro frequenza, hanno tuttavia un'incidenza sensibile sui costi e sulla tempistica di realizzazione.

La frequenza degli incidenti gravi è al contrario in generale scarsa.

Per l'analisi DAT, occorre definire la posizione e la portata di tali incidenti geologici e stabilire:

- PK inizio: probabile, min e max
- Lunghezza: probabile, min e max

3.1.4 I Ground Parameters (GP)

I parametri geologici (*ground parameters*) controllano il metodo di scavo e determinano il sistema di supporto per ciascuna zona omogenea, a seconda dei diversi parametri possibili di variabilità e di incertezza.

Ciascun parametro può avere più stati (*ground parameter states*). Come minimo devono essere due e sono classificati da meno problematico a più problematico. Un esempio è riportato nella *Tabella 1*.

GP	GP1: Classe di scavo	GP2: Grado di fratturazione
GP states	CS1, CS2, CS3	Scarso, forte

Tabella 1 : Esempi di Ground Parameters

L'utilizzatore è libero di scegliere il numero e la natura dei *ground parameters* che ritiene più adatti ai fini del proprio progetto.

3.1.5 Le Ground Classes (GC)

Per ciascuna zona è necessario elencare i *ground parameters* pertinenti e stabilirne la relativa distribuzione. Questa distribuzione si presenta sotto forma di percentuale ed è fornita dagli esperti del progetto.

Una prima matrice di passaggio fa corrispondere una «classe di terreno» (*ground class*) a ciascuna combinazione degli stati dei diversi parametri geologici (*ground parameters*), che è ciò che si può osservare nella *Figura 2*.

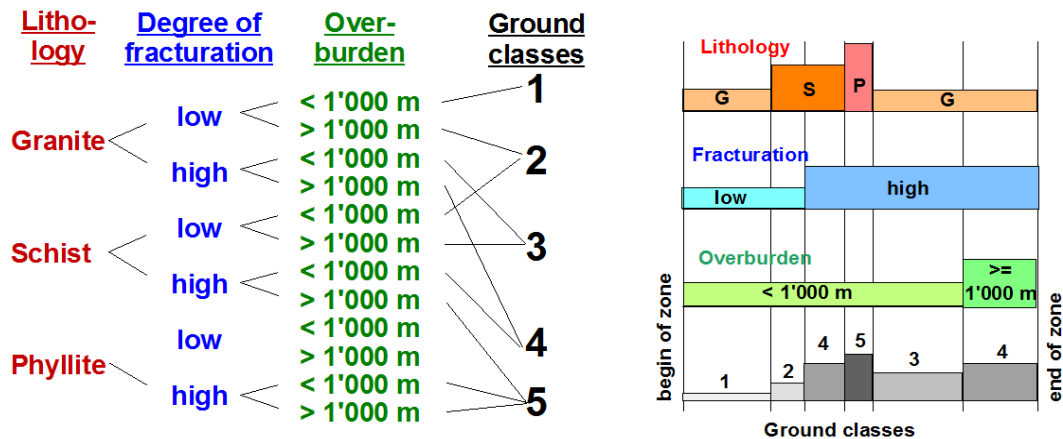


Figura 2 : Ground Classes definite dalla combinazione dei Ground Parameters [Dudt]

In aggiunta, se la zona analizzata comprende un incidente geologico identificato, si può prendere in considerazione questo evento e creare dunque una *Ground Class* supplementare.

Lo stesso sistema viene considerato per ciascuna tratta del progetto e per ciascuno degli scenari studiati.

3.2 Il modulo «costruzione»

I rischi correlati al metodo di costruzione prospettato per un tunnel sono numerosi e di varia natura. Il metodo di costruzione può pertanto influire in maniera significativa sulle caratteristiche geotecniche delle formazioni interessate.

Il modulo “costruzione” permette di stabilire delle classi di costruzione definite in termini di cadenza di avanzamento e di costo di avanzamento al metro. Sono il più delle volte associate a delle sezioni tipo di scavo con metodo tradizionale o con fresa.

Una classe di costruzione può essere stabilita in termini di cadenze giornaliere di avanzamento e di costi al metro in modo deterministico o probabilistico. Situazioni favorevoli o sfavorevoli, come l'incidenza del senso d'attacco (ascendente o discendente) e l'importanza (portata) delle venute d'acqua nella zona di avanzamento (zona del fronte di scavo), possono essere presi in considerazione tramite fattori moltiplicativi.

3.3 Passaggio dal modulo «geologico» al modulo «costruzione»

Una seconda matrice di passaggio fa corrispondere a ciascuna *Ground Class* (GC) delle classi di costruzione (CC) a seconda dei metodi di costruzione.

La corrispondenza tra le *Ground Classes* e le *Construction Classes* può essere:

- Deterministica, nel caso GC = CC (Figura 3), dove a ciascuna classe geologica e copertura corrisponde una classe di costruzione (di sostegno); oppure
- Probabilistica, come nella Figura 4 dove la classe GC2 può corrispondere a CC1 (p=10%) o CC2 (p= 70%) o CC3 (p=20%)

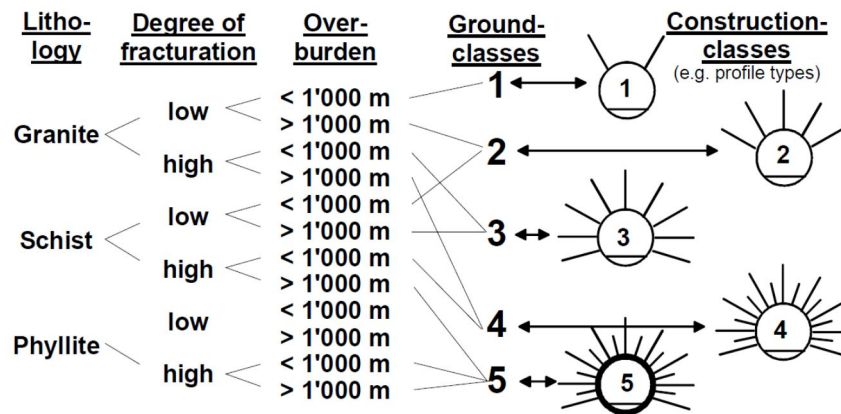


Figura 3 : Relazione deterministica tra GC e CC [Dudt, 1999]

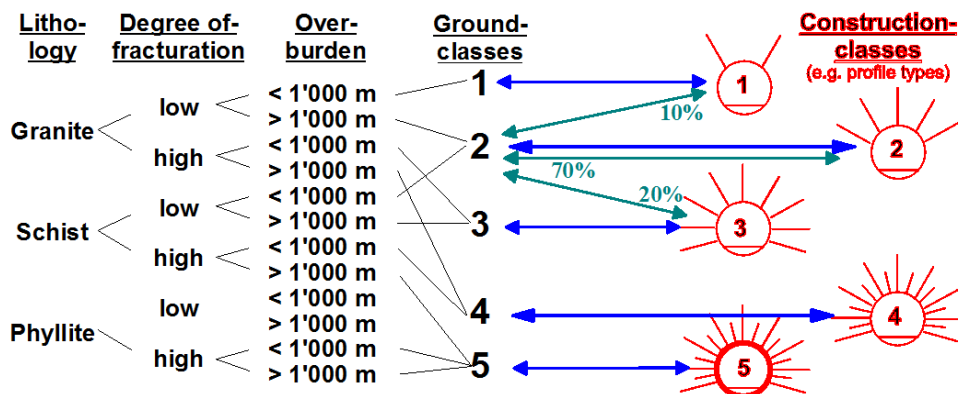


Figura 4 : Relazione probabilistica tra GC e CC [Dudt, 1999]

L'input del modello DAT è fondamentale e mette in evidenza i rischi correlati alla geotecnica e alla geomeccanica incrociati con i metodi di costruzione.

Il livello di dettaglio dei dati d'ingresso e, di conseguenza, la precisione della simulazione dipendono dalle fasi di sviluppo del progetto.

3.4 La simulazione

La simulazione delle operazioni di scavo si basa sul metodo Monte Carlo e segue, passo a passo, la distribuzione delle classi geomeccaniche già definita lungo il tunnel.

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

Si genera un profilo longitudinale (simulazione) e si determina, lungo tale profilo, la distribuzione delle classi di sostegno (CC) che saranno adottate e, di conseguenza, i tempi ed i costi nel caso in cui questo profilo longitudinale dovesse realizzarsi.

Il costo totale e i tempi totali di ciascun profilo longitudinale costituiscono un punto nel diagramma di dispersione (*scatter diagram*). La simulazione viene ripetuta per ciascun profilo longitudinale generato sulla base del modulo geologico. Per ottenere un risultato statistico soddisfacente, occorre generalmente realizzare svariate migliaia di simulazioni.

Lo schema generale del DAT è riportato nella *Figura 5*.

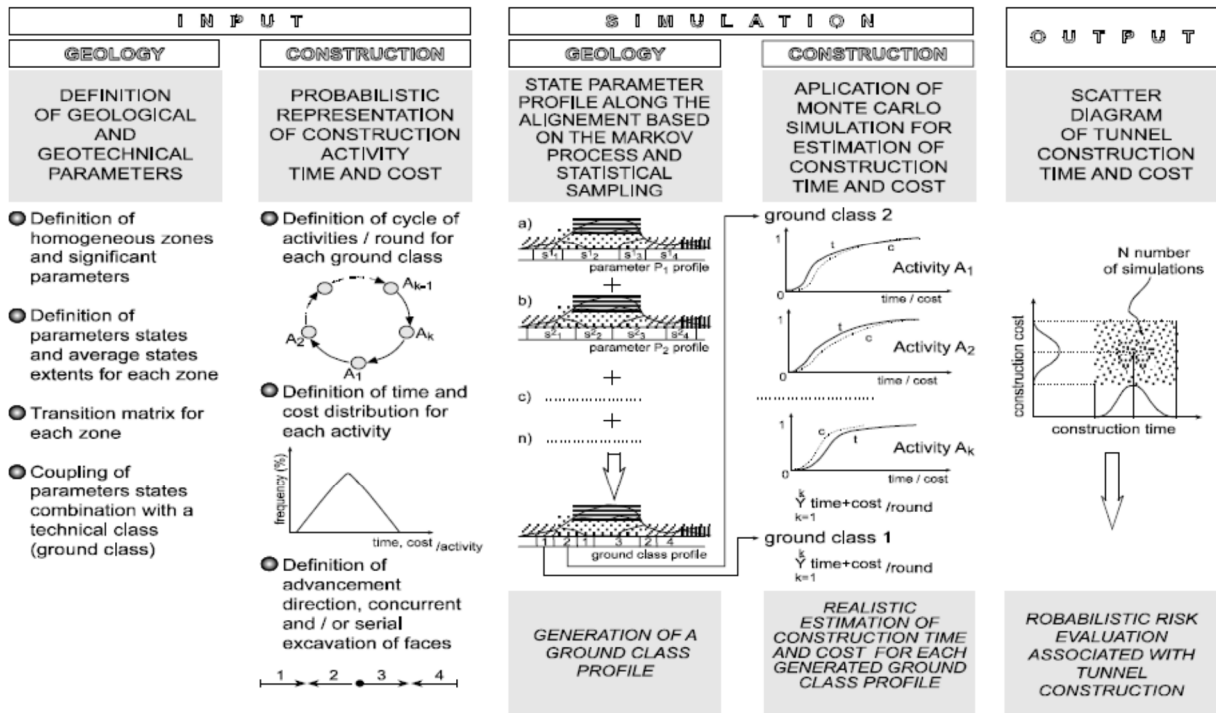


Figura 5 : Schema generale del sistema DAT [Grasso et al, 2005]

4. Analisi dei dati e definizione del modello

Lo scopo principale della presente analisi probabilistica DAT è la definizione dell'influenza delle incertezze geologiche e idrogeologiche sui costi ed i tempi di realizzazione delle opere civili del TdB da Saint-Jean-de-Maurienne e Susa.

4.1 Caratteristiche generali per la modellizzazione

La simulazione DAT si realizza per una sola canna del TdB. Nella tabella seguente viene precisato, per ogni tratta, quale delle due canne viene presa in conto per la simulazione: canna del binario pari (BP) o canna del binario dispari (BD).

Tunnel	ATTACCO		Simulazione Del binario
	Inizio	Fine	
1	Saint-Julien-Mont-Denis	Incontro dei fronti	BP
2	Ramo Ovest SMP	Incontro dei fronti	BP
3	Ramo Ovest SMP	Saint-Martin-La-Porte	BD
4	Saint-Martin-La-Porte	La Praz	BD
5	La Praz	Modane	BD
6	Modane	Clarea Ovest	BD
7	Clarea Ovest	Variabile	BD
8	Clarea Est	Innesto Maddalena 2 TdB	BP
9	Maddalena	Innesto Maddalena 2 TdB	1 tubo
10	Innesto Maddalena 2 TdB	Susa	BP

Tabella 2 : Binario considerato per la simulazione DAT

Sono state prese in conto le opere geognostiche di Saint-Martin-la-Porte (SMP4). Una delle gallerie viene realizzata nell'asse del TdB (BP), tra il ramo ovest della discenderia di Saint-Martin-la-Porte e la discenderia di La Praz. Al momento della realizzazione del binario pari del TdB questa tratta sarà dunque già realizzata.

I metodi di scavo previsti sono esplicitati alla Figura 7. La Figura 8 fornisce una rappresentazione schematica dei 10 tunnel considerati. Le canne non simulate nel software sono rappresentate in trasparenza.

Il tunnel 7 consiste nel contrattacco scavato in tradizionale a partire dal lato ovest dell'area di sicurezza di Clarea. Tale tunnel è attivato nella simulazione solamente se il tunnel 6 (tratta tra Modane e Clarea) è in ritardo rispetto al planning deterministico. Il criterio di attivazione è il seguente: se, al giorno 2584 (inizio del mese 85), il tunnel 6 non ha ancora raggiunto la PK 45+000, allora il tunnel 7 è attivato. Tale criterio è presentato a partire dal planning deterministico della Figura 6.

Il tunnel 7 si considera facente parte del lotto di Modane (lotto 5), al fine di conservare una certa coerenza in termini di costi e tempistiche.

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

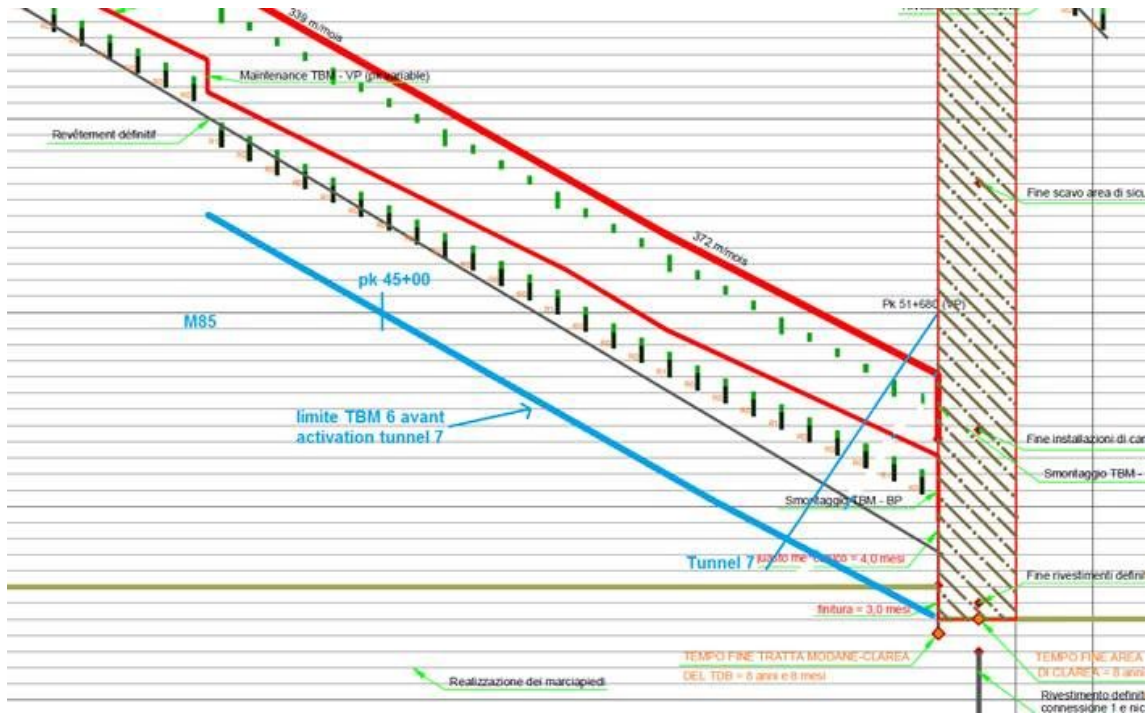


Figura 6 : Criterio di attivazione del tunnel 7

La galleria Maddalena 2 (tunnel 9) è stata considerata al fine di tener conto i rischi di slittamento in termini di tempistica perché la fresa utilizzata è quella. La tratta iniziale di lunghezza 160 m scavata in tradizionale non è stata modellata: in ragione della sua prossimità con la galleria geognostica di Maddalena 1 e dello stesso metodo di realizzazione, si considera un rischio geologico molto basso.

Lo scavo del tunnel 10 (fresa con conchi) è in modalità slurry da Pk 55+950 a Pk 57+400. Il cambio di modalità è spiegato nella Tabella 29.

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

LOT / LOTTO	VOIE PAIRE (VP) / BINARIO PARI (BP)				VOIE IMPAIRE (VI) / BINARIO DISPARI (BD)		
LOT 8 / LOTTO 8	Saint-Julien-Montdenis						
	03+921	07+710	↓		↓	03+921	07+950
	07+710	09+950	↑		↑	07+950	10+000
LOT 7 / LOTTO 7	09+950	10+000	SMP4				
	Rameau Ouest de la descenderie de Saint-Martin-La-Porte						
	10+000	11+604	SMP4		↓	10+000	11+604
	Descenderie de Saint-Martin-La-Porte						
	11+604	20+183	SMP4		↓	11+604	11+725
LOT 6 / LOTTO 6					↓	11+725	20+133
	20+183	20+588	↑		↑	20+133	20+588
	Descenderie de La Praz						
	20+588	21+048	↓		↓	20+588	21+048
LOT 5 / LOTTO 5	21+048	29+800	↓		↓	21+048	29+920
	29+800	32+799	↑		↑	29+920	32+799
	Descenderie de Villarodin-Bourget/Modane						
	32+799	33+746	↓		↓	32+799	33+341
LOT 4 / LOTTO 4	33+746	51+640	↓		↓	33+341	51+640
	51+640	52+590	↑		↑	51+640	52+590
	Discenderia Maddalena 1						
52+590	53+417	↓		↓	52+590	53+650	
53+417	61+076	↓		↓	53+650	61+076	
Susa							

↓	Excavation traditionnelle / Scavo in tradizionale
↓	Excavation tunnelier à grippers / Scavo fresa con grippers
↓	Excavation tunnelier à voussoirs / Scavo fresa con conci
SMP4	Excavation réalisée dans le cadre de SMP4 / Scavo realizzato nell'ambito di SMP4

Figura 7 : Metodi di scavo del TdB

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

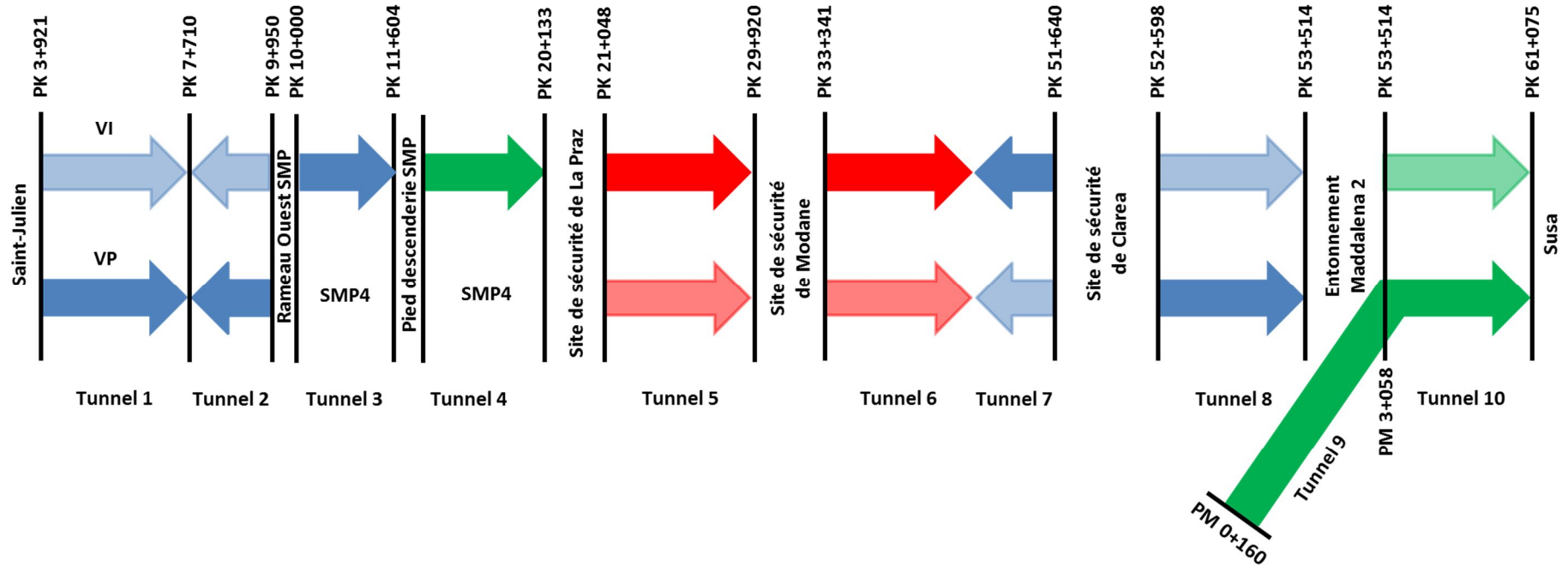


Figura 8: Rappresentazione schematica dei tunnel

Le ipotesi per la modellazione sono le seguenti:

- Si considera una sola canna.
- Lo scavo di caverne, nicchie, rami, aree di sicurezza e teste di galleria sono stati esclusi dallo studio.

Si nota che il piede del ramo ovest è stato spostato alla pk 10+140 di seguito ai lavori di SMP4.

4.2 Il modello geologico

4.2.1 L'area

Come precisato nei paragrafi che precedono, l'area considerata per la modellizzazione del tunnel di base concerne la parte di tunnel compresa tra il portale Ovest a Saint-Julien-Montdenis (pk 3+921) fino all'imbocco Est a Susa (pk 61+075).

4.2.2 Suddivisione del tracciato in zone geotecniche omogenee

4.2.2.1 Metodologia per la suddivisione delle zone

Le zone geotecniche omogenee sono state definite grazie al profilo geotecnico longitudinale elaborato da TSE3. In quest'ultimo sono state messe in evidenza più zone o unità definite sulla base della loro litologia unitamente al loro comportamento geomeccanico. Così, ad esempio, la zona a scaglie può essere considerata una sola ed unica zona, ovvero sia un'alternanza di strati di scisti carbonatici (GCC), gneiss albitici (GCK) e cataclasi carbonatiche (BCC). Non si può considerare ciascuna litologia della zona a scaglie come una sola zona, giacché l'alternanza delle litologie è da un lato casuale (non si conosce la pk con precisione) e, dall'altro, il comportamento geomeccanico risultante dall'ammasso è globale, a seguito della presenza di fronti misti e di strati di scarsa potenza. Si utilizza lo stesso approccio per le altre zone presentanti un fronte misto, come ad esempio la zona di transizione hE-hBO.

Le zone sono state definite a partire dall'imbocco ovest del tunnel a Saint-Julien-Montdenis (PK 3+921). Ne derivano 52 zone per il TdB. Le caratteristiche di queste zone sono illustrate nell'**Allegato A**.

Come precisato precedentemente, ciascuna zona è definita in termini di PK di fine o in termini di lunghezza. Quando la zona è corta, è più pertinente definirla in «lunghezza».

L'incertezza associata alla posizione delle tratte è espressa:

- Con valori min/mode/max delle lunghezze o di PK di fine definiti grazie all'affidabilità delle previsioni sulle zone (R-index – vedere poco oltre)
- Con una legge di distribuzione triangolare corrispondente a questi valori.

Si è deciso di far variare le zone in funzione dell'affidabilità della previsione sui limiti delle zone, per mettere così in evidenza le incertezze riguardanti il quadro geologico del progetto. L'affidabilità della previsione è stata calcolata grazie al metodo del R-index (vedere di seguito).

4.2.2.2 Il metodo R-index

Il metodo R-Index (per una descrizione dettagliata del metodo si veda Perello et al., 2005 – Les Tunnels, clé d'une Europe durable – Resoconto del Congresso dell'AFTES a Chambéry – 10-

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

12 ottobre 2005) è stato applicato ai dati geologici disponibili allo scopo di verificare l'affidabilità delle previsioni. TSE3 l'ha trattato in maniera dettagliata nella relazione PRF_C3B_TS3_0033.

Questo metodo è stato ideato per mettere in relazione la qualità delle indagini geologiche e la complessità del quadro geologico del progetto.

Si ottiene così come risultato finale un indice di affidabilità (R-Index) per ciascun settore del tracciato compreso in una forchetta di valori tra 0 e 10. La definizione dei diversi gradi di affidabilità è fornita nella *Tabella 3*.

A seconda del valore R-Index viene definita la variabilità dei limiti delle zone.

R-INDEX	Affidabilità	Descrizione
7.51 - 10.00	Affidabilità da buona a ottima	I limiti e le faglie riportati in un tale settore sono presenti in maniera certa e saranno incontrati in un intervallo di $\pm 25-50$ m; lo spessore degli orizzonti litologici può presentare un errore del 10-20%.
5.01 - 7.50	Affidabilità da media a buona	I limiti e le faglie riportati in un tale settore sono presenti in maniera certa e saranno incontrati in un intervallo di $\pm 50-100$ m; lo spessore dei livelli litologici può presentare un errore del 30-50%. Oltre a quelle indicate, potrebbero essere presenti altre faglie minori.
2.51 - 5.00	Affidabilità da scarsa a media	I limiti e le faglie riportati in un tale settore sono presenti in maniera certa e saranno incontrati in un intervallo di $\pm 100-200$ m; lo spessore dei livelli litologici può presentare un errore del 50-100%. Sono possibili faglie principali ulteriori rispetto a quelle già previste.
0.00 - 2.50	Poco affidabile o inaffidabile	I limiti geologici e le faglie rappresentate potrebbero essere assenti, mentre potrebbero essere riscontrati altri elementi; lo spessore delle formazioni non è vincolato. Potrebbero essere presenti elementi geologici non previsti.

Tabella 3 : Definizione dei valori dell'indice di affidabilità (R-index)

Per le 52 zone, si fanno variare le lunghezze a seconda dei valori definiti nella *Tabella 4*.

R-index	Variazione
> 2,50	+/-150 m
1,50 – 2,50	+/-200 m
0,75-1,49	+/-250 m
0,00-0,75	+/-300 m

Tabella 4 : Variazione dei limiti delle zone in funzione dei valori R-index

Si è realizzata una sintesi che descrive le principali caratteristiche di ogni zona:

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

Zona	Nome	Lunghezza	Variazione	Descrizione
1	Maddalena-Zone-Ambin-Et-Transition	1180	+/-150 m	Micascisti conglomeratici, gneiss albitici, quarziti, scisti carbonatici.
2	Maddalena-2-Zone-Clarea	1718		Micascisti e gneiss e rocce molto fratturate
3	PK-debut-tunnel		+/-150 m	
4	Cone-dejection-St-Julien-Mont-Denis	509	+/-150 m	Arenaria, blocchi rocciosi metrici in matrice argilloso-arenaria
5	Zone-ultradauphinoise-Flysch-du-Cheval-Noir	2645	+/-150 m	Flysch scistosi, flysch arenarici con blocchi carbonatici pluriometrici
6	Flysch-schisto-greseux	366	+/-150 m	Flysch scistosi, flysch arenarici con blocchi carbonatici
7	Front-Pennique	111	+/-100 m	Anidriti
8	Zone-subbrianconnaise-Anticlinaux-Serpolliere-du-Chateau	1182	+/-150 m	Calcari, calcescisti, dolomie con livelli di argilliti, anidriti, calcari marnosi
9	Zone-subbrianconnaise-Synclinal-de-la-Valorette	1409	+/-150 m	Anidriti, dolomite, gessi
10	Front-Houiller	260	+/-150 m	Anidriti, dolomite, gessi
11	Zone-Houillere-Brianconnaise-Unite-des-Encombres	676	+/-150 m	Scisti, arenarie e carbone, molto fratturati
12	Zone-transition-hE-hBO	1342	+/-150 m	Scisti carbonatici, arenaria scistosa
13	Zone-Houillere-Brianconnaise-Unite-du-Brequin-Orelle-gres	3219	+/-150 m	Scisti, arenaria scistosa, scisti arenarici, arenarie
14	Zone-Houillere-Brianconnaise-Unite-du-Brequin-Orelle-schistes	3299	+/-150 m	Arenarie e scisti neri
15	Unite-de-la-Praz-Houiller-sterile	1720	+/-150 m	Arenarie e scisti neri
16	Zone-transition-Praz-de-Fourneaux-fractures	920	+/-150 m	Arenarie e scisti neri
17	Unite-de-Fourneaux-I	363	+/-150 m	Arenarie e scisti neri
18	Unite-de-Fourneaux-II	1171	+/-150 m	Arenarie e scisti neri
19	Gneiss-du-Sapey	627	+/-150 m	Ortogneiss
20	Conglomerats-de-Loutraz	320	+/-150 m	Quarziti e conglomerati quarziticci, quarziti fillitiche
21	Terrains-Permotriasiques-quartzitiques	1218	+/-150 m	Anidriti, scisti e calcare
22	Zone-decrochevauchement-de-Modane-Chaviere	230	+/-150 m	Anidriti, scisti e calcare
23	Quartzites-de-l_unite-des-Avenieres	468	+/-150 m	Quarziti e conglomerati quarziticci, quarziti fillitiche, carniole
24	Conglomerats-de-Loutraz-de-l_anticlinal-de-l_Aiguille-de-Doran	185	+/-150 m	Quarziti e conglomerati quarziticci, quarziti fillitiche
25	Synclinal-de-la-masse-quartzites-schistes-gres	588	+/-150 m	Quarziti e conglomerati quarziticci, quarziti fillitiche
26	Flanc-ouest-Anticlinal-du-Rateau-d_Aussois	604	+/-150 m	Quarziti e conglomerati quarziticci, quarziti fillitiche
27	Socle-de-Loutraz-de-l_anticlinal-du-Rateau-d_Aussois	1141	+/-150 m	Micascisti, micascisti quarziticci e conglomeratici
28	Conglomerats-de-Loutraz-du-flanc-et-de-l_anticlinal-du-Rateau-d_Aussois	913	+/-150 m	Quarziti e conglomerati quarziticci, quarziti fillitiche, micascisti albitici, carniole
29	Zone-Brianconnaise-Interne-Vanoise-chevauchement-du-Rimollard	734	+/-150 m	Conglomerati quarziticci, quarziti fillitiche, micascisti albitici, carniole
30	Micaschistes-du-socle-de-chevauchement-de-vanoise	988	+/-150 m	Conglomerati quarziticci, quarziti fillitiche, micascisti albitici, carniole
31	Zone-Brianconnaise-Interne-Vanoise-chevauchement-du-Barbier	815	+/-150 m	Conglomerati quarziticci, quarziti fillitiche, micascisti albitici, carniole
32	Zone-Brianconnaise-Interne-Vanoise-Modane	1137	+/-150 m	Micascisti, conglomerati quarziticci, gessi, anidriti con livelli scistosi. (la zona meccanicamente omogenea comincia alla PK 31+950)
33	Zone-Brianconnaise-conglomerats-quartzitiques	307	+/-150 m	Conglomerati quarziticci più o meno scistosi, roccia di faglia (40%)

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

Zona	Nome	Lunghezza	Variazione	Descrizione
34	Zone-Briançonnaise-dolomies	665	+/-150 m	Dolomie, calcari dolomitici, roccia di faglia o carnirole (10%)
35	Zone-Briançonnaise-Nappe-de-gypse-fracture	374	+/-150 m	Gessi, dolomie, calcari, anidriti, rocce di faglia (50%)
36	Nappe-de-gypse	2087	+/-200 m	Gessi, dolomie, anidriti con livelli scistososi, calcari scuri a placche con livelli di breccie, roccia di faglia (35%)
37	Zone-Briançonnaise-couverture	1003	+/-200 m	Copertura carbonatica brianzonese indifferenziata, gessi e anidriti, dolomie e calcari
38	Zone-Briançonnaise-quartzites	428	+/-200 m	Quartziti e conglomerati quarziticici più o meno scistososi
39	Zone-Briançonnaise-Micaschistes-quartzitiques	418	+/-200 m	Micascisti quarziticici
40	Zone-Briançonnaise-Groupe-Ambin-quartzites-et-dolomies	225	+/-200 m	Quartziti, calcari e dolomie, roccia di faglia (16%)
41	Gypse-et-anhydrites-indifferencies	825	+/-150 m	Gessi e anidriti indifferenziati
42	Zone-Briançonnaise-Groupe-Ambin-quartzites-fractures	503	+/-200 m	Quartziti e conglomerati quarziticici più o meno scistososi, rocce di faglia (30%)
43	Zone-Transition-zone-Briançonnaise-Unite-Ambin	1203	+/-150 m	Micascisti quarziticici e conglomeratici, gneiss albitici, rocce di faglia (5%)
44	Clarea-Haute-Couverture-I	406	+/-75 m	Micascisti e gneiss e rocce di faglia e carnirole (2%). Copertura di circa 2000 m
45	Clarea-Haute-Couverture-II	8575	+/-240 m	Micascisti e gneiss e rocce di faglia e carnirole
46	Clarea-Basse-Couverture	3650	+/-150 m	Micascisti e gneiss e rocce molto fratturate
47	Zone-Ambin-Et-Transition	1280	+/-150 m	Micascisti conglomeratici, gneiss albitici, quartziti, scisti carbonatici.
48	Zone-a-Ecailles	1015	+/-150 m	Scisti carbonatici, cataclasiti carbonatiche (25%), rocce molto fratturate (25%).
49	Schistes-Carbonates	225	+/-200 m	Scisti carbonatici
50	Val-Cenischia	895	+/-150 m	Scisti carbonatici
51	Zone-Piemontaise-Puys-Venaus	3522	+/-150 m	Scisti carbonatici (80%), gneiss albitici, rocce di faglia / carnirole.
52	Unite-oceanique	388		Prasiniti e scisti prasinitici.

Tabella 5 : Sintesi descrittiva delle zone

4.2.3 I Ground Parameters

I parametri geologici (*Ground Parameters*, GP), associati alle tratte geologiche omogenee (zone) in vista della definizione delle classi di terreno (*Ground Classes*), sono indicati nella Tabella 6. Per l'analisi DAT si stabilisce, per ciascuna zona omogenea, la probabile ripartizione (in percentuale) di questi parametri geologici.

Il DAT, attraverso i Ground Parameters, traduce i dati geomeccanici (PRF_C3B_TS3_0018 e PRV_C3B_TS3_0103) e idrogeologici (PRF_C3B_TS3_0014 et PRV_C3B_TS3_0056) ed i rischi associati allo scavo contenuti nelle relazioni PRV_C3B_TSE3_0088 e PRF_C3B_TS3_0033. Questa sintesi è stata necessaria affinché il modello sia utilizzabile dal software DAT.

Tre parametri relativi ai terreni permetteranno quindi di modellare gli stati geologici e geomeccanici dell'ammasso: il parametro GP1 è rappresentativo delle condizioni di stabilità generali attese per lo scavo, il parametro GP3 delle condizioni specifiche e il parametro GP4 del comportamento reologico del terreno.

Un parametro supplementare (GP2) è stato assegnato in maniera deterministica a ciascuna zona omogenea per caratterizzare le venute d'acqua diffuse attese in regime stabilizzato nella sezione corrente del tunnel.

Segue un'illustrazione dei *Ground Parameters* allo scopo di descrivere nel dettaglio i principi e le considerazioni che sono alla base dell'attribuzione delle percentuali di occorrenza degli stessi nelle zone.

Ground Parameters	Ground Parameters states
GP1: Caratterizzazione geomeccanica del terreno.	GP1-I: RMR I GP1-II: RMR II GP1-III: RMR III GP1-IV: RMR IV GP1-V: RMR V GP1-VI: Terreni sciolti
GP2: Venuta d'acqua diffusa	GP2-I : [<10 l/s/hm] - [<5 l/s/hm] GP2-II :]10 ; 20 l/s/hm] -]5 ; 10 l/s/hm] GP2-III :]20 ; 40 l/s/hm] -] 10 - 20 l/s/hm] GP2-IV :] >40 l/s/hm] -] >20 l/s/hm]
GP3: Condizioni particolari di scavo	GP3-0: Altre condizioni GP3-I: Anisotropia GP3-II: Fronti misti GP3-III: Decompressioni violente GP3-IV: Usura particolare degli utensili/blocky ground
GP4: Reologia / squeezing	GP4-0: Altre condizioni GP4 -I: Reologia (rigonfiamento/scorrimento a lungo termine) GP4-II: Forti plasticizzazioni GP4-III: Squeezing significativo

Tabella 6 : Definizione dei Ground Parameters

4.2.3.1 Parametro relativo alla caratterizzazione geomeccanica del terreno: GP1

Per il parametro GP1 sono stati considerati 6 stati: le 5 classi RMR (Rock Mass Rating) della classificazione di Bieniawski e uno stato corrispondente ai depositi alluvionali (sottoattraversamento Val Cenischia).

La simulazione DAT fa intervenire le percentuali attraverso gli "stati". Gli "stati" corrispondono agli stati dei GP. Ad esempio il GP1 presenta 6 stati: {RMR I, ..., RMR V} e "terreni sciolti". Per spiegare il modo in cui le percentuali intervengono, bisogna immaginare che le zone sono suddivise in segmenti, all'interno dei quali gli stati sono costanti. Se si prende l'insieme dei segmenti dello stesso stato, la lunghezza accumulata risulterà nella percentuale di input. Il numero di segmenti è aleatorio e cambia da una simulazione all'altra. Nello specifico, le lunghezze dei segmenti sono tirati a sorte dalle distribuzioni eccezionali. L'ordine di grandezza è di un centinaio di segmenti per zona.

La classificazione di Bieniawski utilizzata è quella del 1989. Per classificare gli ammassi rocciosi sono stati utilizzati i sei parametri seguenti:

1. Resistenza a compressione monoassiale della matrice rocciosa.
2. Qualità dell'ammasso attraverso l'indice RQD (Rock Quality Designation).
3. Spaziatura delle discontinuità.
4. Condizioni delle discontinuità.
5. Venute d'acqua.

6. Orientamento delle discontinuità.

I parametri di classificazione degli ammassi rocciosi sono forniti nella *Tabella 6*.

L'indice RMR è la somma di questi 6 parametri. E' stato calcolato tenendo conto di una variazione compresa fra 0 e 100.

L'indice non tiene invece conto di situazioni di importanti criticità nell'ammasso.

A partire da questa classificazione, Bieniawski fornisce delle informazioni:

- sulle proprietà attribuite all'ammasso roccioso (modulo elastico, coesione ed angolo d'attrito interno utili per la modellazione)
- sul metodo di scavo attuabile
- sul tipo di sostegno più adatto.

Le raccomandazioni sono illustrate nella *Tabella 8*.

Il merito di questa classificazione, ove applicabile, è di utilizzare dei parametri di semplice definizione in situ.

Il GP1-VI serve a caratterizzare i terreni sciolti che presentano problematiche differenti rispetto a quelle delle rocce, spesso legate a fenomeni di instabilità del fronte di scavo.

La ripartizione dei GP1 sulle zone è stata effettuata per il lato Italia sulla base del profilo geologico PRV_C3B_TS3_0103 e per il lato Francia sulla base del profilo geomeccanico PRF_C3A_TS3_3003.

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

A. CLASSIFICATION PARAMETERS AND THEIR RATINGS								
Parameter		Range of values						
1	Strength of intact rock material	Point-load strength index	>10 MPa	4 - 10 MPa	2 - 4 MPa	1 - 2 MPa	For this low range - uniaxial compressive test is preferred	
		Uniaxial comp. strength	>250 MPa	100 - 250 MPa	50 - 100 MPa	25 - 50 MPa	5 - 25 MPa	1 - 5 MPa
	Rating	15	12	7	4	2	1	0
2	Drill core Quality RQD	90% - 100%	75% - 90%	50% - 75%	25% - 50%	< 25%		
	Rating	20	17	13	8	3		
3	Spacing of discontinuities	> 2 m	0.6 - 2. m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
	Rating	20	15	10	8	5		
4	Condition of discontinuities (See E)	Very rough surfaces	Slightly rough surfaces	Slightly rough surfaces	Slickensided surfaces	Soft gouge >5 mm thick or Separation > 5 mm		
		Not continuous	Separation < 1 mm	Separation < 1 mm	or Gouge < 5 mm thick	Continuous		
		No separation	Slightly weathered walls	Highly weathered walls	or Separation 1-5 mm			
		Unweathered wall rock			Continuous			
	Rating	30	25	20	10	0		
5	Groundwater	Inflow per 10 m tunnel length (l/m)	None	< 10	10 - 25	25 - 125	> 125	
		(Joint water press) (Major principal σ)	0	< 0.1	0.1, - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5	
	General conditions	Completely dry	Damp	Wet	Dripping	Flowing		
	Rating	15	10	7	4	0		
B. RATING ADJUSTMENT FOR DISCONTINUITY ORIENTATIONS (See F)								
Strike and dip orientations		Very favourable	Favourable	Fair	Unfavourable	Very Unfavourable		
Ratings	Tunnels & mines	0	-2	-5	-10	-12		
	Foundations	0	-2	-7	-15	-25		
	Slopes	0	-5	-25	-50			
C. ROCK MASS CLASSES DETERMINED FROM TOTAL RATINGS								
Rating	100 ← 81	80 ← 61	60 ← 41	40 ← 21	< 21			
Class number	I	II	III	IV	V			
Description	Very good rock	Good rock	Fair rock	Poor rock	Very poor rock			
D. MEANING OF ROCK CLASSES								
Class number	I	II	III	IV	V			
Average stand-up time	20 yrs for 15 m span	1 year for 10 m span	1 week for 5 m span	10 hrs for 2.5 m span	30 min for 1 m span			
Cohesion of rock mass (kPa)	> 400	300 - 400	200 - 300	100 - 200	< 100			
Friction angle of rock mass (deg)	> 45	35 - 45	25 - 35	15 - 25	< 15			
E. GUIDELINES FOR CLASSIFICATION OF DISCONTINUITY conditions								
Discontinuity length (persistence)	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m			
Rating	6	4	2	1	0			
Separation (aperture)	None	< 0.1 mm	0.1 - 1.0 mm	1 - 5 mm	> 5 mm			
Rating	6	5	4	1	0			
Roughness	Very rough	Rough	Slightly rough	Smooth	Slickensided			
Rating	6	5	3	1	0			
Infilling (gouge)	None	Hard filling < 5 mm	Hard filling > 5 mm	Soft filling < 5 mm	Soft filling > 5 mm			
Rating	6	4	2	2	0			
Weathering	Unweathered	Slightly weathered	Moderately weathered	Highly weathered	Decomposed			
Rating	6	5	3	1	0			
F. EFFECT OF DISCONTINUITY STRIKE AND DIP ORIENTATION IN TUNNELLING**								
Strike perpendicular to tunnel axis				Strike parallel to tunnel axis				
Drive with dip - Dip 45 - 90°		Drive with dip - Dip 20 - 45°		Dip 45 - 90°		Dip 20 - 45°		
Very favourable		Favourable		Very unfavourable		Fair		
Drive against dip - Dip 45-90°		Drive against dip - Dip 20-45°		Dip 0-20 - Irrespective of strike°				
Fair		Unfavourable		Fair				

Tabella 7 : Sistema RMR (Rock Mass Rating) – basato su Bieniawski (1989)

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

Rock mass class	Excavation	Rock bolts (20 mm diameter, fully grouted)	Shotcrete	Steel sets
I - Very good rock RMR: 81-100	Full face, 3 m advance.	Generally no support required except spot bolting.		
II - Good rock RMR: 61-80	Full face , 1-1.5 m advance. Complete support 20 m from face.	Locally, bolts in crown 3 m long, spaced 2.5 m with occasional wire mesh.	50 mm in crown where required.	None.
III - Fair rock RMR: 41-60	Top heading and bench 1.5-3 m advance in top heading. Commence support after each blast. Complete support 10 m from face.	Systematic bolts 4 m long, spaced 1.5 - 2 m in crown and walls with wire mesh in crown.	50-100 mm in crown and 30 mm in sides.	None.
IV - Poor rock RMR: 21-40	Top heading and bench 1.0-1.5 m advance in top heading. Install support concurrently with excavation, 10 m from face.	Systematic bolts 4-5 m long, spaced 1-1.5 m in crown and walls with wire mesh.	100-150 mm in crown and 100 mm in sides.	Light to medium ribs spaced 1.5 m where required.
V – Very poor rock RMR: < 20	Multiple drifts 0.5-1.5 m advance in top heading. Install support concurrently with excavation. Shotcrete as soon as possible after blasting.	Systematic bolts 5-6 m long, spaced 1-1.5 m in crown and walls with wire mesh. Bolt invert.	150-200 mm in crown, 150 mm in sides, and 50 mm on face.	Medium to heavy ribs spaced 0.75 m with steel lagging and forepoling if required. Close invert.

Tabella 8 : Indicazioni per lo scavo e il sostegno - basato su Bieniawski (1989)

4.2.3.2 Parametro relativo alle condizioni idrogeologiche: GP2

A ciascuna zona omogenea è stato assegnato in maniera deterministica un *Ground Parameter* denominato GP2 indicativo delle venute d'acqua attese sulla lunghezza della zona interessata nonché della loro variabilità (in litri al secondo per ettometro: l/s/hm).

A tal fine, è stato preso in considerazione il contesto idrogeologico identificato. Per l'insieme del progetto, potranno essere prese in considerazione otto distribuzioni possibili di portata. Quattro distribuzioni corrispondono agli attacchi in salita e coprono una gamma di valori da <10 a >40 l/s/hm. Le quattro restanti corrispondono agli attacchi in discesa con una gamma da <5 a >20 l/s/hm. I dettagli del GP2 si trovano nell'allegato B2.

Per una sintesi si veda la *Tabella 9*.

Attacco	GP2 – I	GP2 – II	GP2 – III	GP2 – IV
Salita	< 10] 10 - 20]] 20 - 40]	> 40
Discesa	< 5] 5 - 10]] 10 - 20]	> 20

Tabella 9 : GP2: Venuta d'acqua diffusa

Si noterà che durante le simulazioni DAT non si sono calcolate le portate accumulate per ciascuna zona. Il parametro GP2 qui definito serve unicamente a determinare i tempi ed i costi supplementari corrispondenti alle difficoltà di avanzamento in sotterraneo in caso di venute d'acqua importanti per ogni tipo di attacco (salita/discesa).

Il parametro GP2 ha un'incidenza sulla matrice di passaggio in quanto genera quattro tipi di variazioni in termini di costi e tempistiche. Il tipo di attacco è anch'esso considerato nella classificazione.

4.2.3.1 Parametri relativi alle condizioni geomeccaniche: GP3 e GP4

Il parametro GP1 costituisce il fattore determinante ai fini della scelta delle sezioni tipo di costruzione, ma non è da solo sufficiente a definire in maniera univoca quali classi di costruzione debbano essere prese in considerazione nella zona.

La corrispondenza tra i dati geologici e le classi di costruzione comporta in effetti la necessità di prendere in considerazione due parametri supplementari di tipo geomeccanico, GP3 e GP4, di seguito spiegati.

4.2.3.2 Condizioni particolari di scavo: GP3

Il parametro GP3 è rappresentativo dei rischi incontrati indipendentemente dalla stabilità del terreno. Riguarda i fenomeni di splaccaggio (anisotropia), di fronte misto, di decompressione violenta, di blocky ground (usura particolare degli utensili).

I dettagli rispettivi al GP3 si trovano in allegato B3.

✓ GP3-II Fronte misto

Le condizioni di fronte misto implicano la presenza nel fronte di scavo di rocce aventi caratteristiche differenti dal punto di vista geotecnico. Le condizioni di fronte misto possono essere incontrate nei casi che seguono:

- Sulle formazioni caratterizzate da un'alternanza di litotipi aventi caratteristiche geotecniche differenti (ad esempio i flysch).
- In presenza di un'alternanza di litotipi diversi, condizione che può portare alla presenza al fronte di scavo di rocce con eterogeneità geotecnica significativa (ad esempio in corrispondenza della zona a scaglie).
- In presenza di lenti o livelli di rocce in una matrice con composizione e caratteristiche differenti.

✓ GP3-III Decompressioni violente

Le condizioni di decompressione violenta sono prospettate in presenza di rocce dure e poco o poco fratturate in condizioni di forte copertura.

Lungo il tracciato, queste condizioni possono essere presenti nei settori seguenti:

- quarziti e copertura della Zona Brianzonese
- basamento e coperture dell'Ambin.

✓ GP3-IV Usura particolare degli utensili / blocky ground

Un'usura importante degli utensili può essere osservata in presenza di rocce abrasive e di un ammasso roccioso molto fratturato (blocky ground – sulla base delle esperienze del tunnel del Loetschberg, la presenza di rocce molto fratturate può spesso portare a un deterioramento rilevante degli utensili).

Occorre tuttavia sottolineare che la presenza di rocce molto fratturate può altresì portare a fenomeni differenti (instabilità).

Le condizioni di blocky ground e/o un'usura particolare degli utensili sono state prospettate in corrispondenza:

- di settori caratterizzati dalla presenza di quarziti o di rocce abrasive
- in presenza di rocce fratturate
- dell'attraversamento della Val Cenischia, vista la forte abrasività dei blocchi alluvionali potenzialmente presenti.

✓ **GP3-0 Altre condizioni**

In questa categoria sono raggruppate condizioni diverse rispetto a quelle incontrate nei GP3-da I a IV.

4.2.3.3 *Reologia / squeezing: GP4*

Il parametro GP4 rappresenta dei rischi particolari aventi un impatto sulle convergenze (e dunque sulla stabilità del tunnel) che si presentano il più delle volte a lungo termine. Riguarda la reologia/rigonfiamento, le forti plasticizzazioni e fenomeni di squeezing significativo.

✓ **GP4-I Reologia**

Il GP4-I corrisponde alle condizioni di rigonfiamento e/o fluage a lungo termine o ad altri comportamenti legati alle reologia della roccia.

Questo rischio è principalmente presente nelle formazioni di anidriti, di gessi o di carniole, in ragione della loro evoluzione in presenza d'acqua.

✓ **GP4-II Forti plasticizzazioni**

Le condizioni di forte plasticizzazione sono possibili in settori caratterizzati da litotipi che possono plasticizzare a causa dello scavo e sono pertanto caratterizzate da:

- valori di resistenza a compressione scarsi o medi (UCS bassi),
- condizioni di fratturazione elevata (GSI bassi),
- presenza di coperture elevate.

Questo tipo di condizioni è riscontrabile nei settori del basamento e delle coperture dell'Ambin, nella zona a scaglie e nell'Houiller des Encombres e di Brequin-Orelle. Tali condizioni sono state valutate attraverso le curve caratteristiche di comportamento (in condizioni intrinseche) effettuate nelle relazioni tecniche e di calcolo lato Francia (PRF_C3A_3002) e lato Italia (PRV_C3A_3949).

✓ **GP4-III Squeezing significativo**

Si tratta di plasticizzazioni e di convergenze significative, condizioni incontrate ad esempio durante lo scavo della discenderia di Saint Martin La Porte. Secondo Hoek (2001) lo squeezing significativo è in generale associato ad un comportamento dipendente dal tempo (degradazione dei parametri a lungo termine che generano convergenze che possono svilupparsi dopo alcuni giorni, mesi o perfino anni dopo lo scavo).

Questo tipo di condizione è ipotizzabile nel settore Houiller des Encombres.

✓ **GP4-0 Altre condizioni**

In questa categoria sono raggruppate delle condizioni diverse rispetto a quelle incontrate nei GP4- da I a III.

La ripartizione attesa per ciascuna zona di questi quattro parametri geologici è specificata nell'**Allegato B4**.

4.2.4 Gli incidenti geologici / idrogeologici

Per quanto concerne gli incidenti, TSE3 ha ripreso la metodologia di considerazione degli incidenti geologici e idrogeologici definita durante le precedenti fasi di studio.

Il termine «incidente geologico» o «idrogeologico» viene impiegato per definire eventi che possono avere delle conseguenze di importanza molto variabile sui tempi e sui costi di realizzazione di un tunnel.

L'esperienza dimostra che, in un tunnel profondo, si riscontrano relativamente spesso degli incidenti minori che causano isolatamente solo delle deboli perturbazioni al cantiere ma che, in ragione della loro frequenza, hanno tuttavia un'incidenza sensibile sui costi e sulla tempistica di realizzazione. La frequenza degli incidenti gravi è al contrario in generale scarsa.

Si sono pertanto considerati sette tipi di incidente geologico e/o idrogeologico, a loro volta suddivisi in tre scenari, rispettivamente ottimista, medio e pessimista, per i quali si è stabilita una probabilità di occorrenza in percentuale.

La definizione è la seguente:

- l'incidente di **tipo A** corrisponde a una venuta d'acqua molto localizzata in corrispondenza di una frattura;
- l'incidente di **tipo B** corrisponde a una zona fratturata con forti venute d'acqua in termini di portata accumulata;
- l'incidente di **tipo C** corrisponde a una zona di miloniti o di cataclasiti;
- l'incidente di **tipo D** corrisponde a una zona carsica;
- l'incidente di **tipo E** corrisponde a un fermo di lunga durata del cantiere per diverse ragioni.
- l'incidente di **tipo F** corrisponde alla presenza di vene di carbone. Esso è presente unicamente nella tratta tra Saint-Martin-la-Porte e La Praz
- l'incidente di **tipo G** corrisponde alle faglie localizzate tra il ramo ovest di Saint-Martin-la-Porte e la discenderia di SMP.

Nel seguito del documento descriveremo i vari tipi di incidente e definiremo gli scenari considerati, fornendo infine i dettagli legati alla creazione dei dati di ingresso DAT.

4.2.4.1 Incidente di tipo A - Venuta d'acqua molto localizzata in corrispondenza di una frattura

L'incidente considerato consiste in una venuta d'acqua in una zona fratturata di portata elevata ma limitata a uno spessore di circa 2 m. Si ipotizza che la venuta d'acqua sia stata rilevata da uno dei sondaggi sistematici in avanzamento.

La gestione dell'incidente comporta un arresto dell'avanzamento del cantiere più o meno prolungato a seconda dello scenario considerato. Il trattamento dell'incidente (drenaggio e/o eventualmente iniezioni) può essere realizzato con un unico intervento, prima di proseguire lo scavo (trattamento in un unico blocco).

Dopo la gestione dell'incidente e a seconda del caso, può essere necessario realizzare delle iniezioni ad una certa distanza dal fronte per limitare la portata di eduazione a lungo termine o per limitare la portata da pompare nel corso dei lavori del cantiere.

Nella *Tabella 10* si presentano i tre scenari considerati per l'incidente di tipo A.

Scenario ottimista	Scenario medio	Scenario pessimista
- <u>a lungo termine</u> : portata sufficientemente scarsa da risultare accettabile dal punto di vista ambientale e della capacità di eduazione. - <u>a breve termine</u> : portata e carico elevati, ma si riducono rapidamente.	- iniezioni all'avanzamento non necessarie. - in assenza di deflusso gravitazionale: più economico realizzare delle iniezioni ad una certa distanza dal fronte (evitare costi di pompaggio a lungo termine)	- carico e portata molto elevati che non diminuiscono in modo significativo nonostante la realizzazione di drenaggi.

Tabella 10 : Scenari corrispondenti all'incidente di tipo A – Venuta d'acqua molto localizzata in corrispondenza di una frattura

4.2.4.2 Incidente di tipo B - Zona fratturata con forti venute d'acqua

L'incidente qui considerato consiste in una zona di roccia fratturata, se non addirittura di faglia, di circa 30 m di spessore all'interno della quale si producono delle venute d'acqua che presentano una portata cumulata elevata. Si ipotizza che le venute d'acqua siano state rilevate da uno dei sondaggi sistematici in avanzamento.

La gestione dell'incidente comporta un fermo del cantiere più o meno prolungato a seconda dello scenario considerato. Il trattamento dell'incidente (drenaggio e/o eventualmente iniezioni) non può essere realizzato con un unico intervento (trattamento in più blocchi).

Nella *Tabella 11* si presentano i tre scenari considerati per l'incidente di tipo B.

Scenario ottimista	Scenario medio	Scenario pessimista
- <u>a lungo termine</u> : portata sufficientemente scarsa da risultare accettabile dal punto di vista ambientale e della capacità di eduazione. - <u>a breve termine</u> : portata e carico elevati, ma si riducono rapidamente.	- <u>in assenza di deflusso gravitazionale</u> : necessario realizzare delle iniezioni per poter oltrepassare l'incidente. - <u>in presenza di deflusso gravitazionale</u> : il drenaggio è sufficiente.	- carico e portata molto elevati che non diminuiscono in modo significativo nonostante la realizzazione di drenaggi.

Tabella 11 : Scenari corrispondenti all'incidente di tipo B - Zona fratturata con forti venute d'acqua

4.2.4.3 Incidente di tipo C - Zona di miloniti o di cataclisiti

L'incidente qui considerato consiste in una zona di miloniti o di cataclisiti di spessore medio di 40 m. La scarsa tenuta del terreno all'interno di questa zona rende in generale necessaria la realizzazione di iniezioni di consolidamento.

Benché il carico idraulico della zona possa raggiungere un valore relativamente elevato, le venute d'acqua presentano una portata cumulata sufficientemente scarsa da renderne superflua la trattazione nell'analisi che segue. Si ipotizza inoltre che la zona sia stata analizzata da uno dei sondaggi sistematici in avanzamento.

La gestione dell'incidente comporta una chiusura del cantiere più o meno prolungata a seconda dello scenario considerato.

Nella *Tabella 12* si presentano i tre scenari considerati per l'incidente di tipo C.

Scenario ottimista	Scenario medio	Scenario pessimista
-Spessore dell'incidente: minimo -Tenuta del terreno mediocre, ma sufficiente a superare questa zona senza dover realizzare iniezioni di consolidamento.	-Spessore dell'incidente: 15m - scarsa tenuta del terreno - necessita la realizzazione di iniezioni di consolidamento. Il terreno si presta piuttosto bene alla realizzazione di iniezioni	-Spessore dell'incidente: importante - scarsa tenuta del terreno - necessita la realizzazione di iniezioni di consolidamento. Il terreno non si presta bene alla realizzazione di iniezioni.

Tabella 12 : Scenari corrispondenti all'incidente di tipo C- Zona di miloniti o di cataclasiti

La differenza tra lo scenario medio e pessimista risiede principalmente nel tempo e nel costo necessari per superare l'incidente.

4.2.4.4 Incidente di tipo D – Zona carsica

L'incidente qui considerato corrisponde all'incontro di una zona carsica. Questo è legato alla rete di fratture all'interno della quale circola l'acqua. La portata e la pressione delle venute d'acqua in corrispondenza della zona carsica dipendono dallo scenario considerato. Si ipotizza che la zona carsica non sia stata rilevata da uno dei sondaggi sistematici in avanzamento.

Nella *Tabella 13* si presentano i tre scenari considerati per l'incidente di tipo D.

Scenario ottimista	Scenario medio	Scenario pessimista
- portata: moderata al momento dello scavo della zona carsica, poi diminuzione sino a un valore nullo. - l'acqua porta dei materiali di riempimento della zona carsica (sabbia e limo).	-Portata: importante al momento dello scavo della zona carsica, poi riduzione fino a un valore basso (carico moderato che diminuisce con il tempo) - l'acqua porta dei materiali di riempimento della zona carsica (sabbia e limo).	- portata: molto importante al momento dello scavo; si riduce solo parzialmente (il carico permane relativamente elevato). - l'acqua porta dei materiali di riempimento della zona carsica (sabbia e limo).

Tabella 13 : Scenari corrispondenti all'incidente di tipo D – Zona carsica

4.2.4.5 Incidente di tipo E - Fermo prolungato del cantiere

L'incidente di tipo E corrisponde ad un incidente importante non rilevato dai sondaggi sistematici in avanzamento.

Il cantiere è fermo per un periodo piuttosto lungo (più di 3 mesi) e bisogna sostenere spese significative per ripristinarne gli impianti. L'unico scenario in questo caso possibile è quello pessimista.

Questo incidente non è espressamente definito in maniera esplicita. Può assumere più forme a seconda dei metodi di scavo, come ad esempio:

- venuta d'acqua estremamente significativa (senza diminuzione della portata nel corso del tempo) che causa un allagamento del cantiere, eventualmente sui quattro fronti d'attacco ai piedi di una discenderia;

- blocco della fresa (arresto in una zona che presenta convergenze importanti).

4.2.4.6 Incidente F – Carbone

L'incidente qui considerato corrisponde ai trattamenti degli incidenti legati alla presenza di vene di carbone sulla tratta scavata con TBM tra Saint-Martin-la-Porte e La Praz, dalla PK 11+725 fino alla PK 20+133.

I costi associati ai trattamenti realizzati a partire dalla prima canna (scavo e iniezioni) devono essere integrati nell'analisi. Tali operazioni sono realizzate in ombra alle lavorazioni, ovvero non hanno alcun impatto sulla tempistica globale.

L'incidente di tipo F "Carbone" è composto da tre scenari, presentati nella *Tabella 14*.

Scenario ottimista	Scenario medio	Scenario pessimista
L'incidente non viene trattato.	Delle iniezioni sono previste con un accesso dalla prima canna.	Una galleria di accesso e una camera di traslazione sono previste a partire dalla prima canna.

Tabella 14 : Scenari corrispondenti all'incidente di tipo F – Carbone

4.2.4.7 Incidente G – Faglie riconosciute sul BP e iniettate

L'incidente G comprende le faglie localizzate tra il ramo ovest ed il piede della discenderia di Saint-Martin-la-Porte. Tale tratta viene scavata in tradizionale. Fondamentalmente, l'incidente G è identico all'incidente C. Ciò nonostante la presenza della galleria geognostica di SMP4 permetterà un livello di conoscenza maggiore nonché la possibilità di realizzare delle iniezioni a partire dalla prima canna.

Tali operazioni sono realizzate in ombra alle lavorazioni, ovvero non hanno alcun impatto sulla tempistica globale. L'unico scenario in questo caso possibile è quello pessimista, presentato alla *Tabella 15*.

Pessimista
Le faglie sono trattate con iniezioni a partire dal BP (canna esistente).

Tabella 15 : Scenari corrispondenti all'incidente di tipo G – Iniezione

4.2.4.8 Preparazione dell'input "incidenti" per il DAT

La definizione degli eventi accidentali è avvenuta in due tappe:

- In un primo tempo, è stato necessario repertorarli, ovverosia stimarne la PK di inizio (min/mode/max) e la probabile lunghezza (min/mode/max);
- In un secondo tempo, si è deciso di non tenere conto di questa lunghezza e di sostituire questo parametro con la probabilità che il superamento di un incidente avvenga secondo uno dei tre scenari: ottimista, medio o pessimista. Per questo, si sono valutate le probabilità in percentuale su questi tre scenari (vedere la *Tabella 16*).

Il dettaglio dell'input degli incidenti si trova nell' **allegato C**.

No.	PK début min	PK début	PK début min	Lmin	Longueur (m)	Lmax	Type d'accident	Optimiste	Moyen	Pessimiste
4a	7060	7075	7090	25	40	55	C	60%	35%	5%

Tabella 16 : Input incidenti geologici – incidente di tipo C

Per quanto concerne gli incidenti di tipo B e C, la PK iniziale e le lunghezze sono state direttamente rilevate nel profilo geotecnico. Si è voluto, come per le zone, farli variare in funzione dell'R-Index ma, a causa del metodo di modellizzazione degli scenari, occorre fare in modo che la PK min di un incidente fosse sempre superiore alla PK max dell'incidente precedente. Alla fine si è deciso di far variare le zone secondo un fattore \pm ——— affinché questa condizione fosse soddisfatta ovunque.

Per gli incidenti di tipo D (zona carsica), si è definita una zona carsica ogni 500 m. Le zone carsiche sono determinate secondo il profilo idrogeologico (PRF_C3B_TS3_0014) realizzato dai geologi. Tali zone corrispondono al massiccio della Croix des Têtes e al Front du Houiller (PK 7+441 et 10+385), alla Falda dei Gessi (33+400 et 37+700) e alla zona a scaglie (PK 55+000 et 56+000).

In questo tipo di terreni è infatti molto probabile incontrare delle zone carsiche, la scelta di collocarle ogni 500m e non a delle PK precise è dovuta al carattere aleatorio di questo tipo di incidente. Ad ogni zona carsica corrisponde uno dei tre scenari: ottimista, medio o pessimista

Infine, si è ipotizzato che un'incidente di tipo E si possa manifestare solamente nella zona di transizione hE-hBO (zona 12), la zona dell'unità del Bréquin-Orelle (zona 13), la zona di Clarea a bassa copertura (zona 46) e la zona a scaglie (zona 47).

La posizione dell'incidente è strettamente legata alla zona: la PK-min corrisponde alla PK-inizio e la zona PK-max corrisponde alla PK-fine della zona. La probabilità che l'avanzamento degli scavi sia compromesso per una lunga durata dipende dal metodo di scavo: la probabilità è più alta per lo scavo meccanizzato che per lo scavo all'esplosivo. Per simulare tale fenomeno, si è definita una probabilità generale del 5% a prescindere dal metodo di scavo.

Inoltre, allo stato attuale, il DAT non è in grado di trattare uno scenario di incidente che può essere di tipo ottimista, medio o pessimista. Dopo diverse discussioni, si è deciso di simulare ciascun incidente tre volte: un "incidente ottimista", un "incidente medio" e un "incidente pessimista" fianco a fianco, ciascuno avente le probabilità di occorrenza indicate e che si trovano in C.1.

Procedendo in questo modo, durante ciascuna simulazione, l'incidente potrà essere:

- assente,
- presente in una delle tre forme menzionate sopra (ottimista, medio, pessimista),
- presente in due forme, oppure
- presente in tutte e tre le forme.

L'incidente più pessimista sarà quello a prevalere: "l'incidente medio" avrà un impatto trascurabile rispetto "all'incidente pessimista" e "l'incidente ottimista" avrà anch'esso un impatto trascurabile rispetto "all'incidente medio".

Anche qualora l'incidente pessimista prevalesse su tutti gli altri, occorre in ogni caso fare la simulazione degli incidenti medio e ottimista in quanto l'incidente pessimista è presente solo con una scarsissima probabilità.

Per illustrare questa spiegazione, possiamo considerare un caso con le probabilità seguenti:

Ottimista: 60%

Medio: 35%

Pessimista: 5%

Quando si ha un incidente che ha una probabilità del 5% di essere pessimista, ciò significa che nel 5% dei casi si incontrerà lo scenario pessimista: in questo caso, sarà tale incidente a prevalere, benché ancora affiancato da uno medio e uno ottimista.

Al contrario, nel 95% dei casi, non avremo uno scenario pessimista.

Tra questo 95% di casi, si avrà un 35% di casi dove a prevalere sarà lo scenario medio, anche se ancora affiancato da uno ottimista.

Nei restanti 60 casi, si avrà solo uno scenario ottimista.

In aggiunta, per la simulazione DAT, l'ordine di priorità degli incidenti è abbastanza preciso:

In ordine decrescente di priorità, troviamo gli incidenti D, C, F, G, B, A, E, considerando le situazioni ottimiste, medie e pessimiste per ciascuno di essi.

Quindi:

- D-ottimista prevale su CFBA-ottimisti, su CFBA-medi, su CFBA-pessimisti, su G e su E.
- D-medio prevale su CFBA-ottimisti, su CFBA-medi, su CFBA-pessimisti, su G e su E.
- D-pessimista prevale su CFBA-ottimisti, su CFBA-medi, su CFBA-pessimisti, su G e su E.

La stessa cosa accade per gli altri incidenti:

- C-ottimista prevale su FBA-ottimisti, su FBA-medi, su FBA-pessimisti, su G e su E.
- C-medio prevale su FBA-ottimisti, su FBA-medi, su FBA-pessimisti, su G e su E.
- C-pessimista prevale su FBA-ottimisti, su FBA-medi, su FBA-pessimisti, su G e su E.

- F-ottimista prevale su BA-ottimisti, su BA-medi, su BA-pessimisti, su G e su E.
- F-medio prevale su BA-ottimisti, su BA-medi, su BA-pessimisti, su G e su E.
- F-pessimista prevale su BA-ottimisti, su BA-medi, su BA-pessimisti, su G e su E.

- G prevale su BA-ottimisti, su BA-medi, su BA-pessimisti e su E.

- B-ottimista prevale su A-ottimisti, su A-medi, su A-pessimisti e su E.
- B-medio prevale su A-ottimisti, su A-medi, su A-pessimisti e su E.
- B-pessimista prevale su A-ottimisti, su A-medi, su A-pessimisti e su E.

- A-ottimista prevale su E.
- A-medio prevale su E.

- A-pessimista prevale su E.

4.2.5 Le Ground Classes

Una Ground Class (classe di terreno o geologica) caratterizza la qualità del terreno relativamente allo scavo del tunnel. Si sono definite 180 classi geologiche, contrassegnate da GC001 a GC180, alle quali vanno ad aggiungersi 20 classi geologiche relative agli incidenti.

A ciascuna combinazione degli stati dei quattro *ground parameters* corrisponde una *ground class* unica, ma la stessa *ground class* corrisponde in generale a più combinazioni.

In linea di principio, vi sono 480 combinazioni:

GP1 (6 stati) x GP2 (4 stati) x GP3 (5 stati) x GP4 (4 stati) = 480 combinazioni possibili.

Si sono tuttavia potute effettuare le semplificazioni seguenti, al fine di ridurre il numero di combinazioni a 400:

- Per il GP1, lo stato GP1- VI- terreno sciolto che si trova solo nelle zone 4 e 50 (Saint-Julien-Montdenis e Val Cenischia) sarà trattato separatamente e gli si attribuirà una classe geologica specifica.

Per quanto riguarda le Ground classes relative agli incidenti geologici, si definiscono 17 GC supplementari corrispondenti ai tre scenari di incidenti A, B, C, D e F (GC-A-ottimista, GC-A-moy, GC-A-pes, ecc.) e due GC per gli incidenti di tipo E e G (solamente scenario pessimista).

4.3 Il modello "costruzione"

4.3.1 Le classi di costruzione

Le classi di costruzione, o CC, sono caratterizzate da velocità di avanzamento e costi al metro. Sono differenziate per metodo di scavo: con esplosivo (S), con fresa aperta per il tunnel 5 (TS), con fresa aperta per il tunnel 6 (TST), con fresa mista lato Italia (TM), e con fresa scudata tra Saint-Martin-la-Porte e La Praz lato Francia (TB).

Per lo scavo tradizionale e con fresa aperta, le classi di costruzione corrispondono alle sezioni tipo del planning di costruzione. La spiegazione dettagliata delle classi di costruzione per questi tre metodi è fornita nel paragrafo 4.3.2.

Durante lo scavo, il superamento degli incidenti ha un'incidenza sull'avanzamento e sui costi, per questo è stato necessario assegnare loro delle classi di costruzione specifiche con i tre metodi di costruzione.

Per sintetizzare, abbiamo definito:

- 13 classi di costruzione con il metodo tradizionale: 12 corrispondenti alle sezioni tipo definite nel PR (da S1 a S10) e una sezione tipo aggiunta in PRV al fine di contrastare i fenomeni di rilascio osservati sul lato Italia nella galleria geognostica della Maddalena (S11).
- 7 classi di costruzione per la fresa aperta (tunnel 5) (da TS1 a TS5), che corrispondono a tutte e 7 le sezioni tipo.

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

- 7 classi di costruzione per la fresa aperta (tunnel 6) (da TS1-T a TS5-T), che corrispondono a tutte e 7 le sezioni tipo.
- 6 classi di costruzione per la fresa mista (da TM1 a TM6), corrispondenti all'avanzamento medio della stessa nelle varie formazioni geologiche.
- 2 classi di costruzione per la fresa scudata (TB1 e TB2), corrispondenti all'avanzamento medio della stessa nelle varie formazioni geologiche.
- 85 classi di costruzione per gli incidenti, 17 per ciascuno dei metodi di scavo definiti per tutti gli incidenti (tipo A, B, C, D, E, F e G) e per ciascuno degli scenari (ottimista, medio, pessimista).

Il tutto è riassunto nella *Tabella 17*.

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

5 metodi di scavo – 222 classi di costruzione																	
69 CC con metodo tradizionale																	
CC corrente	S1-I	S2-I	S3a-I	S3b-I	S4-I	S5a-I	S5b-I	S6-I	S7-I	S8-I	S9-I	S10-I	S11-I				
	S1-II	S2-II	S3a-II	S3b-II	S4-II	S5a-II	S5b-II	S6-II	S7-II	S8-II	S9-II	S10-II	S11-II				
	S1-III	S2-III	S3a-III	S3b-III	S4-III	S5a-III	S5b-III	S6-III	S7-III	S8-III	S9-III	S10-III	S11-III				
	S1-IV	S2-IV	S3a-IV	S3b-IV	S4-IV	S5a-IV	S5b-IV	S6-IV	S7-IV	S8-IV	S9-IV	S10-IV	S11-IV				
CC legate agli incidenti	SA-opt	SA-moy	SA-pes	SB-opt	SB-moy	SB-pes	SC-opt	SC-moy	SC-pes	SD-opt	SD-moy	SD-pes	SE-pes	SF-opt	SF-moy	SF-pes	SG-pes
45 CC con fresa aperta – tunnel 5 (La Praz – Modane)																	
CC corrente	TS1a-I	TS1b-I	TS2-I	TS3-I	TS4a-I	TS4b-I	TS5-I										
	TS1a-II	TS1b-II	TS2-II	TS3-II	TS4a-II	TS4b-II	TS5-II										
	TS1a-III	TS1b-III	TS2-III	TS3-III	TS4a-III	TS4b-III	TS5-III										
	TS1a-IV	TS1b-IV	TS2-IV	TS3-IV	TS4a-IV	TS4b-IV	TS5-IV										
CC legate agli incidenti	TSA-opt	TSA-moy	TSA-pes	TSB-opt	TSB-moy	TSB-pes	TSC-opt	TSC-moy	TSC-pes	TSD-opt	TSD-moy	TSD-pes	TSE-pes	TSF-opt	TSF-moy	TSF-pes	TSG-pes
45 CC con fresa aperta – tunnel 6 (Modane – Clarea)																	
CC corrente	TS1a-T-I	TS1b-T-I	TS2-T-I	TS3-T-I	TS4a-T-I	TS4b-T-I	TS5-T-I										
	TS1a-T-II	TS1b-T-II	TS2-T-II	TS3-T-II	TS4a-T-II	TS4b-T-II	TS5-T-II										
	TS1a-T-III	TS1b-T-III	TS2-T-III	TS3-T-III	TS4a-T-III	TS4b-T-III	TS5-T-III										
	TS1a-T-IV	TS1b-T-IV	TS2-T-IV	TS3-T-IV	TS4a-T-IV	TS4b-T-IV	TS5-T-IV										
CC legate agli incidenti	TSTA-opt	TSTA-moy	TSTA-pes	TSTB-opt	TSTB-moy	TSTB-pes	TSTC-opt	TSTC-moy	TSTC-pes	TSTD-opt	TSTD-moy	TSTD-pes	TSTE-pes	TSTF-opt	TSTF-moy	TSTF-pes	TSTG-pes
38 CC con fresa mista																	
CC corrente	TM1-I	TM2-I	TM3-I	TM4-I	TM5-I	TM6-I											
	TM1-II	TM2-II	TM3-II	TM4-II	TM5-II												
	TM1-III	TM2-III	TM3-III	TM4-III	TM5-III												
	TM1-IV	TM2-IV	TM3-IV	TM4-IV	TM5-IV												

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

CC legate agli incidenti	TMA-opt	TMA-moy	TMA-pes	TMB-opt	TMB-moy	TMB-pes	TMC-opt	TMC-moy	TMC-pes	TMD-opt	TMD-moy	TMD-pes	TME-pes	TMF-opt	TMF-moy	TMF-pes	TMG-pes
25 CC con fresa scudata																	
CC corrente	TB1-I	TB2-I															
	TB1-II	TB2-II															
	TB1-III	TB2-III															
	TB1-IV	TB2-IV															
CC legate agli incidenti	TBA-opt	TBA-moy	TBA-pes	TBB-opt	TBB-moy	TBB-pes	TBC-opt	TBC-moy	TBC-pes	TBD-opt	TBD-moy	TBD-pes	TBE-pes	TBF-opt	TBF-moy	TBF-pes	TBG-pes

Tabella 17 : Inventario delle classi di costruzione

4.3.2 Passaggio dalle classi geologiche alle classi di costruzione

A ciascuna classe geologica occorre far corrispondere una classe di costruzione in funzione del metodo. La matrice di passaggio completa è riportata nell'Allegato D.1. La *Tabella 18* ne presenta invece un estratto.

La matrice di passaggio è uno strumento di riflessione estremamente utile dal momento che ci ha indotti a riflettere sull'avanzamento dello scavo tenendo unicamente conto dei parametri geologici, geomeccanici e idrogeologici. Per realizzare questa matrice non si prendono esplicitamente in considerazione le zone attraversate e si passa implicitamente per i *ground parameters*.

GP1	GP2	GP3	GP4	Combi	Ground Class	CC esplosivo	CC fresa aperta 5	CC fresa aperta 6	CC fresa mista scudata	CC fresa scudata
rmr-I	GP2-I	Autres-conditions	Autres-conditions	combi1	GC001	S1-I	TS1a-I	TS1a-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-I	GP2-I	Autres-conditions	Rheologie	combi2	GC006	S2-I	TS2-I	TS2-T-I	TM5-I	TB1-I
rmr-I	GP2-I	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi3	GC007	S2-I	TS2-I	TS2-T-I	TM5-I	TB2-I
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
rmr-I	GP2-II	Autres-conditions	Autres-conditions	combi101	GC046	S1-II	TS1a-II	TS1a-T-II	TM4-II	TB1-II
rmr-I	GP2-II	Autres-conditions	Rheologie	combi102	GC051	S2-II	TS2-II	TS2-T-II	TM5-II	TB1-II
rmr-I	GP2-II	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi103	GC052	S2-II	TS2-II	TS2-T-II	TM5-II	TB2-II
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
rmr-I	GP2-III	Autres-conditions	Autres-conditions	combi201	GC091	S1-III	TS1a-III	TS1a-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-I	GP2-III	Autres-conditions	Rheologie	combi202	GC096	S2-III	TS2-III	TS2-T-III	TM5-III	TB1-III
rmr-I	GP2-III	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi203	GC097	S2-III	TS2-III	TS2-T-III	TM5-III	TB2-III
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
rmr-I	GP2-IV	Autres-conditions	Autres-conditions	combi301	GC136	S1-IV	TS1a-IV	TS1a-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
rmr-I	GP2-IV	Autres-conditions	Rheologie	combi302	GC141	S2-IV	TS2-IV	TS2-T-IV	TM5-IV	TB1-IV
rmr-I	GP2-IV	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi303	GC142	S2-IV	TS2-IV	TS2-T-IV	TM5-IV	TB2-IV
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
rmr-II	GP2-I	Autres-conditions	Autres-conditions	combi21	GC005	S2-I	TS2-I	TS2-T-I	TM3-I	TB1-I
rmr-II	GP2-I	Autres-conditions	Rheologie	combi22	GC013	S3a-I	TS3-I	TS3-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-II	GP2-I	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi23	GC014	S3a-I	TS3-I	TS3-T-I	TM4-I	TB2-I
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
rmr-II	GP2-II	Autres-conditions	Autres-conditions	combi121	GC050	S2-II	TS2-II	TS2-T-II	TM3-II	TB1-II
rmr-II	GP2-II	Autres-conditions	Rheologie	combi122	GC058	S3a-II	TS3-II	TS3-T-II	TM4-II	TB1-II
rmr-II	GP2-II	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi123	GC059	S3a-II	TS3-II	TS3-T-II	TM4-II	TB2-II
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
rmr-II	GP2-III	Autres-conditions	Autres-conditions	combi221	GC095	S2-III	TS2-III	TS2-T-III	TM3-III	TB1-III
rmr-II	GP2-III	Autres-conditions	Rheologie	combi222	GC103	S3a-III	TS3-III	TS3-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-II	GP2-III	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi223	GC104	S3a-III	TS3-III	TS3-T-III	TM4-III	TB2-III

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

GP1	GP2	GP3	GP4	Combi	Ground Class	CC esplosivo	CC fresa aperta 5	CC fresa aperta 6	CC fresa mista scudata	CC fresa scudata
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
rmr-IV	GP2-I	Autres-conditions	Autres-conditions	combi61	GC028	S4-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM1-I	TB1-I
rmr-IV	GP2-I	Autres-conditions	Rheologie	combi62	GC020	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM1-I	TB1-I
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
rmr-IV	GP2-II	Autres-conditions	Autres-conditions	combi161	GC073	S4-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM1-II	TB1-II
rmr-IV	GP2-II	Autres-conditions	Rheologie	combi162	GC065	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM1-II	TB1-II
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
rmr-V	GP2-I	Autres-conditions	Autres-conditions	combi81	GC031	S5b-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM1-I	TB1-I
rmr-V	GP2-I	Autres-conditions	Rheologie	combi82	GC038	S7-I	TS5-I	TS5-T-I	TM1-I	TB1-I
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
rmr-V	GP2-IV	usure-outils	Squeezing-severe	combi400	GC180	S10-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM5-IV	TB1-IV

Tabella 18 : Estratto della matrice di passaggio

✓ **Caso particolare della Val Cenischia, di Saint-Julien-Montdenis e dell'Unità Oceanica**

Come precedentemente accennato, non si è considerato «GP1-VI: terreno sciolto» nelle combinazioni della matrice di passaggio per semplificare il modello DAT. Si è quindi trattata la zona della Val Cenischia e di St-Julien-Montdenis a parte ed inserite in due *ground class* supplementari, valide in modo specifico per queste zone.

Troveremo quindi la *ground class* 189 (Tabella 19) e *ground class* 190 (Tabella 20).

Sono state messe, a titolo indicativo, le possibili sezioni tipo con scavo con fresa aperta anche se in realtà lo scavo avviene con fresa operante in modo confinato nella Val Cenischia e con metodo tradizionale nella zona di St-Julien-Montdenis

GC	Esplosivo	Sezione tipo fresa aperta 5	Sezione tipo fresa aperta 6	Fresa mista	Fresa scudata
GC-V-Cen	S8-I	TS5-I	TS5-T-I	TM5-I	TB2-I

Tabella 19 : Ground class n. 189, valida per la zona della Val Cenischia

GC	Esplosivo	Sezione tipo fresa aperta 5	Sezione tipo fresa aperta 6	Fresa mista	Fresa scudata
GC-S-Julien	S7-I	TS5-I	TS5-T-I	TM5-I	TB2-I

Tabella 20 : Ground class n. 190, valida per la zona di Saint-Julien-Montdenis

In aggiunta, si è altresì deciso di inserire una *ground class* specifica per l'Unità Oceanica (illustrata nella Tabella 21). Come spiegato in precedenza, lo scavo nella zona delle rocce verdi è soggetto a rigorosi vincoli (velocità ridotta della fresa in questo settore) legati alla potenziale presenza di rocce asbestiformi.

GC	Esplosivo	Sezione tipo fresa aperta 5	Sezione tipo fresa aperta 6	Fresa mista	Fresa scudata
GC-Ocean	S3a-I	TS5-I	TS5-T-I	TM6-I	TB2-I

Tabella 21 : Ground class n. 191, valida per la zona Unità Oceanica

In definitiva, si hanno 208 *ground classes*, 188 provenienti dalle combinazioni di GPs, 3 specifiche per la zona della Val Cenischia, St Julien Montdenis e dell'Unità Oceanica e 17 legate agli incidenti geologici. La spiegazione dettagliata è riportata nell'**Allegato D.2**.

4.3.3 Tempi di esecuzione

4.3.3.1 Planning deterministico di riferimento e relazione descrittiva

Il planning deterministico di riferimento del PRF (PRF_C30_0087) e le relazioni descrittive ad esso associate (PRF_C30_0008 lato Francia e PRV_C30_0085 lato Italia) forniscono una base che facilita la comprensione del susseguirsi delle lavorazioni, della geologia attraversata, delle restrizioni logistiche e la posizione degli attacchi.

Il planning deterministico tiene conto delle cadenze per una durata annuale di 313 giorni. Siccome l'analisi DAT considera 365 giorni all'anno, le velocità giornaliere utilizzate per il DAT sono state opportunamente ridotte.

4.3.3.2 Cadenze d'avanzamento

Le cadenze di avanzamento giornaliere probabili, minime e massime considerate sono definite nell'**Allegato E1**.

Nel seguito del documento si spiegheranno le cadenze per metodo di scavo.

✓ Scavo con metodo tradizionale

Le cadenze per il metodo tradizionale sono presentate nella *Tabella 22*.

Le classi di costruzione da S1 a S10 corrispondono alle sezioni tipo del PRV, del PR e del PD2.

Le velocità di avanzamento da S1 a S10 sono state ricalcolate in maniera dettagliata secondo uno studio della cadenza dei lavori (ciclogrammi); quest'ultimo mette in evidenza le lunghezze delle volate, la logistica dei lavori (perforazioni, caricamento esplosivo, smarino) e la tipologia e la messa in opera del sostegno. Il risultato di quest'analisi è presentato per le sezioni tipo S6 nell'**Allegato E.3**. Le cadenze si trovano nella relazione PRF_C30_TS3_0008 relativa al planning di costruzione deterministico.

Classi di costruzione	Velocità di avanzamento per giorno di produzione (5 giorni/sett) [metri/giorno]	Velocità di avanzamento analisi DAT (365 giorni/anno) [metri/giorno]
S1-I	7,24	5,07
S2-I	6,64	4,65
S3a-I	6,93	4,85
S3b-I	3,54	2,48
S4-I	4,48	3,14
S5a-I	1,93	1,35
S5b-I	2,04	1,43
S6-I	1,18	0,83

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

Classi di costruzione	Velocità di avanzamento per giorno di produzione (5 giorni/sett) [metri/giorno]	Velocità di avanzamento analisi DAT (365 giorni/anno) [metri/giorno]
S7-I	1,43	1,00
S8-I	0,93	0,65
S9-I	0,69	0,48
S10-I	0,69	0,48
S11-I	2,98	2,08
S1-II	6,01	4,21
S2-II	5,51	3,86
S3a-II	4,72	3,31
S3b-II	2,93	2,06
S4-II	3,72	2,61
S5a-II	1,60	1,12
S5b-II	1,69	1,18
S6-II	0,98	0,69
S7-II	1,19	0,83
S8-II	0,77	0,54
S9-II	0,57	0,40
S10-II	0,57	0,40
S11-II	2,47	1,73
S1-III	5,14	3,60
S2-III	4,71	3,30
S3a-III	4,04	2,83
S3b-III	2,52	1,76
S4-III	3,18	2,23
S5a-III	1,37	0,96
S5b-III	1,45	1,01
S6-III	0,83	0,58
S7-III	1,01	0,71
S8-III	0,66	0,46
S9-III	0,49	0,34
S10-III	0,49	0,34
S11-III	2,11	1,48
S1-IV	4,56	3,20
S2-IV	4,18	2,93
S3a-IV	3,58	2,51
S3b-IV	2,23	1,56
S4-IV	2,82	1,98
S5a-IV	1,22	0,85
S5b-IV	1,28	0,90
S6-IV	0,74	0,52
S7-IV	0,90	0,63
S8-IV	0,58	0,41
S9-IV	0,43	0,30
S10-IV	0,43	0,30
S11-IV	1,87	1,31

Tabella 22 : Cadenze d'avanzamento con metodo tradizionale

La forchetta di variazione delle cadenze unitarie presa in considerazione è uniforme per tutte le sezioni tipo: dall'85 al 115% rispetto alla cadenza media.

Può essere considerata rappresentativa delle variazioni della cadenza settimanale osservate in genere nei cantieri di tunnel per una data sezione tipo.

✓ Avanzamento con fresa aperta

Come nel PR e nel PD2, sono previste 7 classi di costruzione con fresa aperta corrispondenti alle 7 sezioni tipo TS.

La cadenza media giornaliera di avanzamento per la fresa aperta è stimata tenendo conto del parere di esperti e delle passate esperienze in contesti analoghi.

Alla fine, si ottengono le velocità di avanzamento effettive presentate per ciascuna sezione nella *Tabella 23*. Le velocità di avanzamento presentate per ogni profilo sono identiche per il tunnel 5 (La Praz-Modane) e per il tunnel 6 (Modane-Clarea).

Classi di costruzione		Velocità di avanzamento per giorno di produzione (5 giorni/sett) [metri/giorno]	Velocità di avanzamento analisi DAT (365 giorni/anno) [metri/giorno]
Tunnel 5	Tunnel 6		
TS1a-I	TS1a-T-I	18,36	15,69
TS1b-I	TS1b-T-I	16,83	14,38
TS2-I	TS2-T-I	17,60	15,04
TS3-I	TS3-T-I	16,07	13,73
TS4a-I	TS4a-T-I	11,48	9,81
TS4b-I	TS4b-T-I	11,48	9,81
TS5-I	TS5-T-I	2,91	2,48
TS1a-II	TS1a-T-II	15,24	13,02
TS1b-II	TS1b-T-II	13,97	11,94
TS2-II	TS2-T-II	14,60	12,48
TS3-II	TS3-T-II	13,33	11,40
TS4a-II	TS4a-T-II	9,52	8,14
TS4b-II	TS4b-T-II	9,52	8,14
TS5-II	TS5-T-II	2,41	2,06
TS1a-III	TS1a-T-III	13,04	11,14
TS1b-III	TS1b-T-III	11,95	10,21
TS2-III	TS2-T-III	12,49	10,68
TS3-III	TS3-T-III	11,41	9,75
TS4a-III	TS4a-T-III	8,15	6,96
TS4b-III	TS4b-T-III	8,15	6,96
TS5-III	TS5-T-III	2,06	1,76
TS1a-IV	TS1a-T-IV	11,57	9,89
TS1b-IV	TS1b-T-IV	10,60	9,06
TS2-IV	TS2-T-IV	11,08	9,47
TS3-IV	TS3-T-IV	10,12	8,65
TS4a-IV	TS4a-T-IV	7,23	6,18
TS4b-IV	TS4b-T-IV	7,23	6,18
TS5-IV	TS5-T-IV	1,83	1,57

Tabella 23 : Classi di costruzione per fresa aperta

La forchetta di variazione delle cadenze unitarie presa in considerazione è uniforme per tutte le sezioni tipo: dal 75 al 125% rispetto alla cadenza media. Può essere considerata a nostro avviso rappresentativa delle variazioni della cadenza settimanale osservate in genere nei cantieri di tunnel per un data sezione tipo.

Le variazioni di velocità ottenute con la fresa sono stimate superiori a quelle considerate con il metodo tradizionale per una sezione tipo data. Tuttavia, nella scala dell'insieme delle sezioni tipo, la differenza tra velocità d'avanzamento massima e velocità d'avanzamento minima è più

elevata nel caso del metodo tradizionale, a causa della maggiore diversità delle sezioni e delle attività.

✓ Avanzamento con fresa mista

Come nel PD2, si prevedono 5 classi di costruzione con fresa mista corrispondenti a 5 velocità di avanzamento. La sezione tipo (conci) è la stessa siccome il rivestimento è sempre lo stesso. Tali velocità sono state definite grazie a studi preliminari interni.

Il documento PRV_C3A_TS3_0896 illustra le caratteristiche della fresa in grado di scavare il TdB dalla caverna di lancio a Susa fino alla zona di grande copertura del massiccio di Ambin e fornisce pertanto delle forchette di avanzamento probabili lungo le diverse formazioni geologiche. Queste ultime sono illustrate nella *Tabella 24* e le classi di costruzione nella *Tabella 25*.

Codice	Attività	PK inizio	PK fine	Distanza (m)	Velocità di avanzamento	Caratteristiche fresa
					[metri/giorno]	
A1	Montaggio fresa	60920	60640	280		
S1	Scavo Zona Piemontese	60640	57400	3240	13	Modalità aperta
M1	1° Modifica TBM	57400	57400	0		
S2	Scavo Zona Pizmontese-Cenischia	57400	55950	1450	8	Modalità aperta-zona difficile
S3	Scavo Cenischia – Zona a scaglie	55950	55000	950	7	Modalità aperta Slurry - zona difficile
S4	Scavo Copertura Ambin-Clarea	55000	52000	3000	11	

Tabella 24 : Velocità di avanzamento della fresa mista lungo le diverse formazioni geologiche

Classi di costruzione	Velocità di avanzamento per giorno di produzione (5 giorni/sett) [metri/giorno]	Velocità di avanzamento analisi DAT (365 giorni/anno) [metri/giorno]
TM1-I	15,33	13,10
TM2-I	13,14	11,23
TM3-I	10,95	9,36
TM4-I	8,76	7,49
TM5-I	6,57	5,62
TM6-I	3,23	2,76
TM1-II	12,72	10,88
TM2-II	10,91	9,32
TM3-II	9,09	7,77
TM4-II	7,27	6,21
TM5-II	5,45	4,66
TM1-III	10,88	9,30
TM2-III	9,33	7,97
TM3-III	7,77	6,64
TM4-III	6,22	5,32
TM5-III	4,66	3,99
TM1-IV	9,66	8,25
TM2-IV	8,28	7,08
TM3-IV	6,90	5,90
TM4-IV	5,52	4,72
TM5-IV	4,14	3,54

Tabella 25 : Classi di costruzione per la fresa mista

La sezione TM6 concerne l'unità oceanica. L'avanzamento atteso nelle rocce verdi è molto lento, con una cadenza attesa di 84m/mese per un GP2-I.

La forchetta di variazione delle cadenze unitarie prese in considerazione è uniforme per tutte le classi di costruzione: dal 75 al 125% rispetto alla cadenza media.

Può essere considerata a nostro avviso rappresentativa delle variazioni della cadenza settimanale osservate in genere nei cantieri di tunnel per una data sezione tipo.

✓ Avanzamento con fresa scudata

Le cadenze per lo scavo con fresa scudata sono presentate alla *Tabella 26*.

Come nel PR, sono previste 2 classi di costruzione con fresa a conci corrispondenti a 2 velocità di avanzamento. La sezione tipo è la stessa siccome i conci sono sempre i medesimi. Questo tipo di fresa è stato previsto per lo scavo della tratta tra Saint-Martin-la-Porte e La Praz.

Classi di costruzione	Velocità di avanzamento per giorno di produzione (5 giorni/sett) [metri/giorno]	Velocità di avanzamento analisi DAT (365 giorni/anno) [metri/giorno]
TB1-I	13,50	11,54
TB2-I	10,50	8,97
TB1-II	11,21	9,58
TB2-II	8,72	7,45
TB1-III	9,59	8,19
TB2-III	7,46	6,37
TB1-IV	8,51	7,27
TB2-IV	6,62	5,65

Tabella 26 : Classi di costruzione per la fresa scudata

4.3.3.3 Costo delle classi di costruzione

I costi delle classi di costruzione sono quelli di PR e PD2.

✓ Scavo con il metodo tradizionale

Per il metodo tradizionale, la valutazione dei prezzi è stata effettuata a partire dalle sezioni tipo, seguendo la distinta dei prezzi unitari. Questi prezzi tengono conto del costo dello scavo, del sostegno di prima fase, del rivestimento, delle finiture.

La forchetta di variazione dei prezzi unitari presa in considerazione è uguale per tutte le sezioni tipo: c'è una parte variabile corrispondente alla parte di manodopera compresa nel prezzo delle opere con l'esplosivo e una parte fissa legata alle spese della costruzione in sé.

Per definire il «min» e il «max» dei prezzi unitari, la parte variabile che è del 50% è stata adeguata in funzione della cadenza di avanzamento «min» e «max» per ottenere dei costi al ml differenti. Il calcolo dettagliato è fornito qui di seguito:

$$P = \frac{1}{2}P \left(1 + \frac{V}{V} \right) ; P = \frac{1}{2}P \left(1 + \frac{V}{V} \right)$$

Dove P_{\min} rappresenta il costo min; P_{\max} il costo max; P il costo medio; V_{\min} la velocità min; V_{\max} la velocità max; V la velocità media.

✓ Costo delle classi di costruzione con fresa aperta

I costi delle sezioni tipo corrispondono a quelli che sono stati definiti nelle fasi precedenti. Così come per le sezioni tipo relative al metodo tradizionale, la valutazione dei prezzi per le sezioni tipo con fresa aperta è stata realizzata seguendo la distinta dei prezzi unitari italiani (il costo dello scavo, il sostegno di prima fase, il rivestimento, le finiture). I costi delle sezioni del tunnel 5 (La Praz-Modane) e del tunnel 6 (Modane-Clarea) sono distinti.

Il costo della macchina non è inserito nel costo al ml e sarà aggiunto solo alla fine in quanto il costo al ml dipende dalla lunghezza effettivamente realizzata (preliminarmente non nota). Tale costo corrisponde a 25 M€ per tutte le frese aperte.

La parte di manodopera è di circa il 35%, in coerenza con gli studi effettuati in ambito di PR e PD2. Come per lo scavo con esplosivo, i prezzi unitari «min» e «max» sono stati adeguati in funzione della cadenza.

$$P_{\min} = P_{\min} \cdot 0,65 + 0,35 \frac{V_{\min}}{V} \quad ; \quad P_{\max} = P_{\max} \cdot 0,65 + 0,35 \frac{V_{\max}}{V}$$

Dove P_{\min} rappresenta il costo min; P_{\max} il costo max; P il costo medio; V_{\min} la velocità min; V_{\max} la velocità max; V la velocità media.

✓ Costo delle classi di costruzione con fresa mista

Il prezzo medio delle varie classi di costruzione sono basati sulla cadenza media delle varie sezioni e il prezzo medio della sezione TM1. Il calcolo dettagliato è fornito qui di seguito:

$$P = P \cdot (1 - 0,35) + P_{TM1} \cdot 0,35 \cdot \frac{V}{V_{TM1}}$$

Dove P rappresenta il costo medio, V la velocità media, P_{TM1} rappresenta il costo medio della sezione TM1 e V_{TM1} la velocità media della sezione TM1.

Come per lo scavo con esplosivo, i prezzi «min» e «max» delle varie classi di costruzione sono stati definiti facendo variare la parte di manodopera (35%) in funzione della cadenza.

Come per la fresa aperta, il costo della macchina non è stato inserito nel costo al ml e sarà aggiunto solo alla fine in quanto il costo al ml dipende dalla lunghezza effettivamente realizzata (preliminarmente non nota). Tale costo ammonta a 25 M€

✓ Costo delle classi di costruzione della fresa con conci

Il prezzo medio delle varie classi di costruzione sono basati sulla cadenza media delle varie sezioni e il prezzo medio della sezione TB1. Il calcolo dettagliato è fornito qui di seguito:

$$P = P \cdot (1 - 0,35) + P_{TB1} \cdot 0,35 \cdot \frac{V}{V_{TB1}}$$

Dove **P** rappresenta il costo medio, **V** la velocità media, **P** rappresenta il costo medio della sezione TB1 e **V** la velocità media della sezione TB1.

Come per lo scavo con esplosivo, i prezzi «min» e «max» delle varie classi di costruzione sono stati definiti facendo variare la parte di manodopera (35%) in funzione della cadenza.

Il costo della macchina non è stato inserito nel costo al ml e sarà aggiunto solo alla fine in quanto il costo al ml dipende dalla lunghezza effettivamente realizzata (preliminarmente non nota). Tale costo ammonta a 26 M€ superiore alle altre macchine siccome quest'ultima presenta un diametro superiore.

4.3.4 Classi di costruzione – incidenti geologici

Si rammenta che la definizione di occorrenza degli incidenti geologici considerati per il progetto è definita nell'**Allegato C**.

A ciascun incidente geologico / idrogeologico si attribuiscono anche delle *construction classes*, ovvero una distribuzione triangolare dei tempi e dei costi.

Questi tempi e costi sono legati alle disposizioni costruttive messe in opera per il superamento degli incidenti. Il superamento degli incidenti tiene conto del pompaggio delle venute d'acqua in regime transitorio corrispondenti allo scavo nell'acquifero, nonché dei costi di pompaggio delle acque residue dopo il loro superamento sino a quando non sia possibile l'evacuazione gravitazionale.

Si sono quindi stabilite 85 classi di costruzione per gli incidenti (*Tabella 27*) – una classe di costruzione per tipo di incidente, scenario e metodo di scavo.

Le caratteristiche di queste 85 classi di costruzione sono fornite nell'**Allegato E.2**. Abbiamo differenziato i costi e i tempi a seconda che il trattamento dell'incidente fosse gravitazionale o mediante pompaggio.

La forchetta di variazione «min» e «max» delle cadenze unitarie è stata definita sulla base del parere di esperti e basandosi sull'esperienza di altre gallerie.

Si fa notare che il superamento degli incidenti avviene con sezioni tipo geometriche classiche ma che hanno la stessa cadenza di avanzamento e identico costo di superamento solo quando non ci sono incidenti. Riportiamo queste sezioni tipo geometriche nella *Tabella 27* a titolo indicativo.

7 type d'accidents pour 3 méthodes d'excavation - 85 classe de construction																	
17 CC méthode traditionnelle	SA-opt	SA-moy	SA-pes	SB-opt	SB-moy	SB-pes	SC-opt	SC-moy	SC-pes	SD-opt	SD-moy	SD-pes	SE-pes	SF-opt	SF-moy	SF-pes	SG-pes
17 CC Tunnelier ouvert-côté France	TSA-opt	TSA-moy	TSA-pes	TSB-opt	TSB-moy	TSB-pes	TSC-opt	TSC-moy	TSC-pes	TSD-opt	TSD-moy	TSD-pes	TSE-pes	TSF-opt	TSF-moy	TSF-pes	TSG-pes
17 CC Tunnelier ouvert-côté Italie	TSTA-opt	TSTA-moy	TSTA-pes	TSTB-opt	TSTB-moy	TSTB-pes	TSTC-opt	TSTC-moy	TSTC-pes	TSTD-opt	TSTD-moy	TSTD-pes	TSTE-pes	TSTF-opt	TSTF-moy	TSTF-pes	TSTG-pes
17 CC Tunnelier Miexte	TMA-opt	TMA-moy	TMA-pes	TMB-opt	TMB-moy	TMB-pes	TMC-opt	TMC-moy	TMC-pes	TMD-opt	TMD-moy	TMD-pes	TME-pes	TMF-opt	TMF-moy	TMF-pes	TMG-pes
17 CC Tunnelier à voussoir	TBA-opt	TBA-moy	TBA-pes	TBB-opt	TBB-moy	TBB-pes	TBC-opt	TBC-moy	TBC-pes	TBD-opt	TBD-moy	TBD-pes	TBE-pes	TBF-opt	TBF-moy	TBF-pes	TBG-pes

Tabella 27 : Classi di costruzione corrispondenti agli incidenti

4.4 Planning generale dei lavori

Il DAT prende altresì in considerazione il cronoprogramma generale dei lavori. Esso definisce in maniera chiara la sequenza delle attività di costruzione, le relazioni tra le attività e i vincoli di inizio o fine attività.

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

Abbiamo, in un primo tempo, definito una data di inizio T0, corrispondente al giorno 1 ossia il 1° gennaio 2018 (secondo il planning europeo).

Il planning generale dei lavori del TdB si trova nella Tabella 28. E' suddiviso in 10 tratte di tunnel chiamati comunemente "tunnels". Come spiegato al paragrafo 4.1, il tunnel 7 viene attivato solo nel caso in cui il tunnel 6 sia troppo in ritardo.

Nel planning dei lavori del PRF, l'attacco che parte dall'imbocco ovest del TdB è situato al giorno 547 rispetto a T0. Tale data è oggetto di una variazione di +/- 30 giorni.

Nell'analisi dei risultati i costi del tunnel 9 non rientrano nel totale del TdB. Si è tuttavia deciso di simularlo al fine di tener conto di eventuali slittamenti in termini di tempistiche. Il costo fisso della fresa è stato totalmente associato al tunnel 10.

Tunnel	ATTACCO		Simulazione binario	PK		PK Finale	Attacco iniziale	Inizio (giorno)		Costo fisso TBM M€
	Inizio	Fine		Inizio	Fine			Data	Variazione	
1	Saint-Julien Montdenis		BP	3+921		Variabile	S	547	+/- 30 gg	-
2	Ramo Ovest SMP		BP	9+950*		Variabile	S	1307	+/- 30 gg	-
3	Ramo Ovest SMP	Saint-Martin-La-Porte	BD	10+000*	11+604	Fissa	S	1307	+/- 30 gg	-
4	Saint-Martin-La-Porte	La Praz	BD	11+604	20+133	Fissa	TB	1490	+/- 30 gg	26
5	La Praz	Modane	BD	21+048	29+920	Fissa	TS	1095	+/- 30 gg	25
6	Modane	Clarea Ovest	BD	33+341	51+640	Fissa	TS	851	+/- 30 gg	25
7	Clarea Ovest	Variable	BD	51+640		Variabile	S	Variabile		-
8	Clarea Est	Innesto Maddalena 2 TdB	BP	52+598	53+514	Fissa	S	1398	+/- 30 gg	-
9	Maddalena	Innesto Maddalena 2 TdB	1 tubo	0+160	3+058	Fissa	TM	881	+/- 30 gg	
10	Innesto Maddalena 2 TdB	Susa	BP	53+514	61+075	Fissa	TM	Fine tunnel 9 + 90 giorni	0 / +15 gg	25

Tabella 28 : Programma dei lavori

S : Metodo tradizionale (esplosivo o attacco puntuale) ; TS : Fresa aperta roccia dura ; TB : Fresa scudata con conci ; TM : Fresa mista con conci.

* Piede del ramo ovest spostato alla pk 10+140 di seguito ai lavori di SMP4

Infine, i fermi pianificati delle frese sono stati considerati nella simulazione e sono presentati nella *Tabella 29*.

Tunnel	PK stop	Durata	Motivo
6	43+500	2 mesi	Manutenzione eccezionale
10	55+950	1 mesi	Cambiamento modalità (Aperta -> Pressione)
	57+400	2 mesi	Cambiamento modalità (Pressione -> Aperta)
	60+710	3 mesi	Preparazione per scavo rocce verdi

Tabella 29 : Fermi macchina pianificati

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

Allegato A – Zone géotechniques homogènes

Zone	Nom	Code (1=Long., 2=PK)	GP- Set	Longueurs (en principe à renseigner pour les "petites" zones)					PK fin (en principe à renseigner pour les "grandes" zones)				
				min	probable	max	p (L < Lmin)	p (L > Lmax)	min	probable	max	p (PK < PKmin)	p (PK > PKmax)
1	Maddalena-Zone-Ambin-Et-Transition	2	1						1190	1340	1490	0,00	0,00
2	Maddalena-2-Zone-Clarea	2	2						3058	3058	3058	0,00	0,00
3	PK-debut-tunnel	2	3						3921	3921	3921	0,00	0,00
4	Cone-dejection-St-Julien-Mont-Denis	2	4						4280	4430	4580	0,00	0,00
5	Zone-ultradauphinoise-Flysch-du-Cheval-Noir	2	5						6925	7075	7225	0,00	0,00
6	Flysch-schisto-gresex	2	6						7291	7441	7591	0,00	0,00
7	Front-Pennique	1	7	11	111	211	0,00	0,00					
8	Zone-subbrianconnaise-Anticlinaux-Serpolliere-du-Chateau	2	8						8584	8734	8884	0,00	0,00
9	Zone-subbrianconnaise-Synclinal-de-la-Valorette	2	9						9993	10143	10293	0,00	0,00
10	Front-Houiller	1	10	110	260	410	0,00	0,00					
11	Zone-Houillere-Brianconnaise-Unite-des-Encombres	2	11						10929	11079	11229	0,00	0,00
12	Zone-transition-hE-hBO	2	12						12271	12421	12571	0,00	0,00
13	Zone-Houillere-Brianconnaise-Unite-du-Brequin-Orelle-gres	2	13						15490	15640	15790	0,00	0,00
14	Zone-Houillere-Brianconnaise-Unite-du-Brequin-Orelle-schistes	2	14						18789	18939	19089	0,00	0,00
15	Unite-de-la-Praz-Houiller-sterile	2	15						20509	20659	20809	0,00	0,00
16	Zone-transition-Praz-de-Fourneaux-fractures	2	16						21429	21579	21729	0,00	0,00
17	Unite-de-Fourneaux-I	1	17	213	363	513	0,00	0,00					
18	Unite-de-Fourneaux-II	2	18						22963	23113	23263	0,00	0,00
19	Gneiss-du-Sapey	2	19						23590	23740	23890	0,00	0,00
20	Conglomerats-de-Loutraz	2	20						23910	24060	24210	0,00	0,00
21	Terrains-Permotriasiques-quartzitiques	2	21						25128	25278	25428	0,00	0,00
22	Zone-décrochevauchement-de-Modane-Chaviere	1	22	80	230	380	0,00	0,00					
23	Quartzites-de-l_unite-des-Avenieres	2	23						25826	25976	26126	0,00	0,00
24	Conglomerats-de-Loutraz-de-l_anticalinal-de-l_Aiguille-de-Doran	1	24	35	185	335	0,00	0,00					
25	Synclinal-de-la-masse-quartzites-schistes-gres	2	25						26599	26749	26899	0,00	0,00

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

Zone	Nom	Code	GP-Set	Longueurs (en principe à renseigner pour les "petites" zones)					PK fin (en principe à renseigner pour les "grandes" zones)				
		(1=Long., 2=PK)		min	probable	max	p (L < Lmin)	p (L > Lmax)	min	probable	max	p (PK < PKmin)	p (PK > PKmax)
26	Flanc-ouest-Anticlinal-du-Rateau-d_Aussois	2	26						27203	27353	27503	0,00	0,00
27	Socle-de-Loutraz-de-l_anticlinal-du-Rateau-d_Aussois	2	27						28344	28494	28644	0,00	0,00
28	Conglomerats-de-Loutraz-du-flanc-et-de-l_anticlinal-du-Rateau-d_Aussois	2	28						29257	29407	29557	0,00	0,00
29	Zone-Briançonnaise-Interne-Vanoise-chevauchement-du-Rimollard	2	29						29991	30141	30291	0,00	0,00
30	Micaschistes-du-socle-de-chevauchement-de-vanoise	2	30						30979	31129	31279	0,00	0,00
31	Zone-Briançonnaise-Interne-Vanoise-chevauchement-du-Barbier	2	31						31794	31944	32094	0,00	0,00
32	Zone-Briançonnaise-Interne-Vanoise-Modane	2	32						32931	33081	33231	0,00	0,00
33	Zone-Briançonnaise-conglomerats-quartzitiques	2	33						33238	33388	33538	0,00	0,00
34	Zone-Briançonnaise-dolomies	2	34						33903	34053	34203	0,00	0,00
35	Zone-Briançonnaise-Nappe-de-gypse-fracture	2	35						34277	34427	34577	0,00	0,00
36	Nappe-de-gypse	2	36						36314	36514	36714	0,00	0,00
37	Zone-Briançonnaise-couverture	2	37						37317	37517	37717	0,00	0,00
38	Zone-Briançonnaise-quartzites	2	38						37745	37945	38145	0,00	0,00
39	Zone-Briançonnaise-Micaschistes-quartzitiques	2	39						38163	38363	38563	0,00	0,00
40	Zone-Briançonnaise-Groupe-Ambin-quartzites-et-dolomies	1	40	25	225	425	0,00	0,00					
41	Gypse-et-anhydrites-indifferencies	2	41						39263	39413	39563	0,00	0,00
42	Zone-Briançonnaise-Groupe-Ambin-quartzites-fractures	2	42						39716	39916	40116	0,00	0,00
43	Zone-Transition-zone-Briançonnaise-Unite-Ambin	2	43						40969	41119	41269	0,00	0,00
44	Clarea-Haute-Couverture-I	2	44						41450	41525	41600	0,00	0,00
45	Clarea-Haute-Couverture-II	2	45						49950	50100	50250	0,00	0,00
46	Clarea-Basse-Couverture	2	46						53600	53750	53900	0,00	0,00
47	Zone-Ambin-Et-Transition	2	47						54880	55030	55180	0,00	0,00
48	Zone-a-Ecailles	2	48						55895	56045	56195	0,00	0,00
49	Schistes-Carbonates	1	49	25	225	425	0,00	0,00					
50	Val-Cenischia	2	50						57015	57165	57315	0,00	0,00
51	Zone-Piemontaise-Puys-Venaus	2	51						60537	60687	60837	0,00	0,00
52	Unite-oceanique	2	52						61075	61075	61075	0,00	0,00

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

Allegato B.1 – Ripartizione dei parametri del terreno GP1

Zone					GP1 - Caracterisation_geomecanique_du_terrain						
No	Nom	PK debut	PK fin	Longueur	GP1-I RMR I	GP1-II RMR II	GP1-III RMR III	GP1-IV RMR IV	GP1-V RMR V	GP1-VI Terrain meuble	somme
1	Maddalena-Zone-Ambin-Et-Transition	00+160	01+340	1180	24%	49%	26%	1%	0%	0%	100%
2	Maddalena-2-Zone-Clarea	01+340	03+058	1718	1%	39%	58%	2%	0%	0%	100%
3	PK-debut-tunnel	00+000	03+921	3921	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
4	Cone-dejection-St-Julien-Mont-Denis	03+921	04+430	509	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%
5	Zone-ultradauphinoise-Flysch-du-Cheval-Noir	04+430	07+075	2645	0%	10%	80%	10%	0%	0%	100%
6	Flysch-schisto-gresex	07+075	07+441	366	0%	19%	70%	3%	8%	0%	100%
7	Front-Pennique	07+441	07+552	111	0%	27%	0%	23%	50%	0%	100%
8	Zone-subbrianconnaise-Anticlinaux-Serpolliere-du-Chateau	07+552	08+734	1182	0%	30%	70%	0%	0%	0%	100%
9	Zone-subbrianconnaise-Synclinal-de-la-Valorette	08+734	10+143	1409	0%	15%	79%	2%	4%	0%	100%
10	Front-Houiller	10+143	10+403	260	0%	75%	10%	5%	10%	0%	100%
11	Zone-Houillere-Brianconnaise-Unite-des-Encombres	10+403	11+079	676	0%	0%	25%	65%	10%	0%	100%
12	Zone-transition-hE-hBO	11+079	12+421	1342	0%	5%	40%	50%	5%	0%	100%
13	Zone-Houillere-Brianconnaise-Unite-du-Brequin-Orelle-gres	12+421	15+640	3219	0%	0%	65%	35%	0%	0%	100%
14	Zone-Houillere-Brianconnaise-Unite-du-Brequin-Orelle-schistes	15+640	18+939	3299	0%	0%	55%	45%	0%	0%	100%
15	Unite-de-la-Praz-Houiller-sterile	18+939	20+659	1720	0%	0%	90%	10%	0%	0%	100%
16	Zone-transition-Praz-de-Fourneaux-fractures	20+659	21+579	920	0%	0%	35%	40%	25%	0%	100%
17	Unite-de-Fourneaux-I	21+579	21+942	363	0%	10%	40%	50%	0%	0%	100%
18	Unite-de-Fourneaux-II	21+942	23+113	1171	0%	20%	65%	15%	0%	0%	100%
19	Gneiss-du-Sapey	23+113	23+740	627	0%	50%	40%	4%	6%	0%	100%
20	Conglomerats-de-Loutraz	23+740	24+060	320	0%	70%	30%	0%	0%	0%	100%
21	Terrains-Permotriasiques-quartzitiques	24+060	25+278	1218	0%	50%	35%	10%	5%	0%	100%
22	Zone-decrochevauchement-de-Modane-Chaviere	25+278	25+508	230	0%	60%	40%	0%	0%	0%	100%
23	Quartzites-de-I_unite-des-Avenieres	25+508	25+976	468	0%	45%	40%	5%	10%	0%	100%
24	Conglomerats-de-Loutraz-de-I_anticlinal-de-I_Aiguille-de-Doran	25+976	26+161	185	0%	70%	30%	0%	0%	0%	100%
25	Synclinal-de-la-masse-quartzites-schistes-gres	26+161	26+749	588	0%	54%	40%	4%	2%	0%	100%

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

Zone					GP1 - Caracterisation_geomecanique_du_terrain						
No	Nom	PK debut	PK fin	Longueur	GP1-I RMR I	GP1-II RMR II	GP1-III RMR III	GP1-IV RMR IV	GP1-V RMR V	GP1-VI Terrain meuble	somme
26	Flanc-ouest-Anticlinal-du-Rateau-d_Aussois	26+749	27+353	604	0%	70%	30%	0%	0%	0%	100%
27	Socle-de-Loutraz-de-L_anticlinal-du-Rateau-d_Aussois	27+353	28+494	1141	0%	55%	40%	2%	3%	0%	100%
28	Conglomerats-de-Loutraz-du-flanc-et-de-L_anticlinal-du-Rateau-d_Aussois	28+494	29+407	913	0%	70%	30%	0%	0%	0%	100%
29	Zone-Briançonnaise-Interne-Vanoise-chevauchement-du-Rimollard	29+407	30+141	734	0%	40%	45%	10%	5%	0%	100%
30	Micaschistes-du-socle-de-chevauchement-de-vanoise	30+141	31+129	988	0%	50%	45%	2%	3%	0%	100%
31	Zone-Briançonnaise-Interne-Vanoise-chevauchement-du-Barbier	31+129	31+944	815	0%	35%	45%	15%	5%	0%	100%
32	Zone-Briançonnaise-Interne-Vanoise-Modane	31+944	33+075	1131	0%	55%	35%	8%	2%	0%	100%
33	Zone-Briançonnaise-conglomerats-quartzitiques	33+075	33+400	325	0%	10%	50%	30%	10%	0%	100%
34	Zone-Briançonnaise-dolomies	33+400	34+050	650	0%	55%	35%	7%	3%	0%	100%
35	Zone-Briançonnaise-Nappe-de-gypse-fracture	34+050	34+450	400	0%	15%	35%	20%	30%	0%	100%
36	Nappe-de-gypse	34+450	36+500	2050	0%	50%	15%	15%	20%	0%	100%
37	Zone-Briançonnaise-couverture	36+500	37+500	1000	0%	75%	20%	2%	3%	0%	100%
38	Zone-Briançonnaise-quartzites	37+500	37+950	450	0%	75%	25%	0%	0%	0%	100%
39	Zone-Briançonnaise-Micaschistes-quartzitiques	37+950	38+375	425	0%	75%	25%	0%	0%	0%	100%
40	Zone-Briançonnaise-Groupe-Ambin-quartzites-et-dolomies	38+375	38+600	225	0%	50%	34%	6%	10%	0%	100%
41	Gypse-et-anhydrites-indifferencies	38+600	39+425	825	0%	90%	10%	0%	0%	0%	100%
42	Zone-Briançonnaise-Groupe-Ambin-quartzites-fractures	39+425	39+925	500	0%	45%	25%	12%	18%	0%	100%
43	Zone-Transition-zone-Briançonnaise-Unite-Ambin	39+925	41+325	1400	0%	65%	30%	3%	2%	0%	100%
44	Clarea-Haute-Couverture-I	41+325	41+525	200	0%	42%	16%	30%	12%	0%	100%
45	Clarea-Haute-Couverture-II	41+525	50+100	8575	0%	68%	25%	7%	0%	0%	100%
46	Clarea-Basse-Couverture	50+100	53+750	3650	0%	49%	50%	1%	0%	0%	100%
47	Zone-Ambin-Et-Transition	53+750	55+030	1280	0%	75%	23%	1%	1%	0%	100%
48	Zone-a-Ecailles	55+030	56+045	1015	0%	0%	50%	20%	30%	0%	100%
49	Schistes-Carbonates	56+045	56+270	225	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%
50	Val-Cenischia	56+270	57+165	895	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%
51	Zone-Piemontaise-Puys-Venaus	57+165	60+687	3522	0%	0%	85%	10%	5%	0%	100%
52	Unite-oceanique	60+687	61+075	388	0%	0%	95%	2%	3%	0%	100%

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

Allegato B.2 – Ripartizione dei parametri del terreno GP2

Zone					GP2-Venue-d_eau				
No	Nom	PK début	PK fin	Longueur secteur (m)	GP2-I	GP2-II	GP2-III	GP2-IV	TOTAL
1	Maddalena-Zone-Ambin-Et-Transition	00+160	01+340	1180	68%	15%	15%	2%	100%
2	Maddalena-2-Zone-Clarea	01+340	03+058	1718	60%	20%	20%	0%	100%
3	PK-debut-tunnel	00+000	03+921	3921	100%	0%	0%	0%	100%
4	Cone-dejection-St-Julien-Mont-Denis	03+921	04+430	509	100%	0%	0%	0%	100%
5	Zone-ultradauphinoise-Flysch-du-Cheval-Noir	04+430	07+075	2645	99%	0%	0%	1%	100%
6	Flysch-schisto-greseux	07+075	07+441	366	89%	11%	0%	0%	100%
7	Front-Pennique	07+441	07+552	111	100%	0%	0%	0%	100%
8	Zone-subbrianconnaise-Anticlinaux-Serpolliere-du-Chateau	07+552	08+734	1182	100%	0%	0%	0%	100%
9	Zone-subbrianconnaise-Synclinal-de-la-Valorette	08+734	10+143	1409	100%	0%	0%	0%	100%
10	Front-Houiller	10+143	10+403	260	100%	0%	0%	0%	100%
11	Zone-Houillere-Brianconnaise-Unite-des-Encombres	10+403	11+079	676	100%	0%	0%	0%	100%
12	Zone-transition-hE-hBO	11+079	12+421	1342	100%	0%	0%	0%	100%
13	Zone-Houillere-Brianconnaise-Unite-du-Brequin-Orelle-gres	12+421	15+640	3219	100%	0%	0%	0%	100%
14	Zone-Houillere-Brianconnaise-Unite-du-Brequin-Orelle-schistes	15+640	18+939	3299	100%	0%	0%	0%	100%
15	Unite-de-la-Praz-Houiller-sterile	18+939	20+659	1720	100%	0%	0%	0%	100%
16	Zone-transition-Praz-de-Fourneaux-fractures	20+659	21+579	920	100%	0%	0%	0%	100%
17	Unite-de-Fourneaux-I	21+579	21+942	363	100%	0%	0%	0%	100%
18	Unite-de-Fourneaux-II	21+942	23+113	1171	100%	0%	0%	0%	100%
19	Gneiss-du-Sapey	23+113	23+740	627	96%	2%	2%	0%	100%
20	Conglomerats-de-Loutraz	23+740	24+060	320	100%	0%	0%	0%	100%
21	Terrains-Permotriasiques-quartzitiques	24+060	25+278	1218	90%	0%	10%	0%	100%
22	Zone-decrochevauchement-de-Modane-Chaviere	25+278	25+508	230	100%	0%	0%	0%	100%
23	Quartzites-de-I_unite-des-Avenieres	25+508	25+976	468	95%	0%	5%	0%	100%
24	Conglomerats-de-Loutraz-de-I_anticlinal-de-I_Aiguille-de-Doran	25+976	26+161	185	100%	0%	0%	0%	100%
25	Synclinal-de-la-masse-quartzites-schistes-gres	26+161	26+749	588	95%	0%	5%	0%	100%

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

Zone					GP2-Venue-d_eau				
No	Nom	PK début	PK fin	Longueur secteur (m)	GP2-I	GP2-II	GP2-III	GP2-IV	TOTAL
26	Flanc-ouest-Anticlinal-du-Rateau-d_Aussois	26+749	27+353	604	100%	0%	0%	0%	100%
27	Socle-de-Loutraz-de-l_anticlinal-du-Rateau-d_Aussois	27+353	28+494	1141	100%	0%	0%	0%	100%
28	Conglomerats-de-Loutraz-du-flanc-et-de-l_anticlinal-du-Rateau-d_Aussois	28+494	29+407	913	100%	0%	0%	0%	100%
29	Zone-Briançonnaise-Interne-Vanoise-chevauchement-du-Rimollard	29+407	30+141	734	95%	0%	5%	0%	100%
30	Micaschistes-du-socle-de-chevauchement-de-vanoise	30+141	31+129	988	100%	0%	0%	0%	100%
31	Zone-Briançonnaise-Interne-Vanoise-chevauchement-du-Barbier	31+129	31+944	815	100%	0%	0%	0%	100%
32	Zone-Briançonnaise-Interne-Vanoise-Modane	31+944	33+075	1131	100%	0%	0%	0%	100%
33	Zone-Briançonnaise-conglomerats-quartzitiques	33+075	33+400	325	100%	0%	0%	0%	100%
34	Zone-Briançonnaise-dolomies	33+400	34+050	650	100%	0%	0%	0%	100%
35	Zone-Briançonnaise-Nappe-de-gypse-fracture	34+050	34+450	400	95%	5%	0%	0%	100%
36	Nappe-de-gypse	34+450	36+500	2050	95%	5%	0%	0%	100%
37	Zone-Briançonnaise-couverture	36+500	37+500	1000	42%	58%	0%	0%	100%
38	Zone-Briançonnaise-quartzites	37+500	37+950	450	0%	0%	100%	0%	100%
39	Zone-Briançonnaise-Micaschistes-quartzitiques	37+950	38+375	425	100%	0%	0%	0%	100%
40	Zone-Briançonnaise-Groupe-Ambin-quartzites-et-dolomies	38+375	38+600	225	0%	59%	41%	0%	100%
41	Gypse-et-anhydrites-indifferencies	38+600	39+425	825	100%	0%	0%	0%	100%
42	Zone-Briançonnaise-Groupe-Ambin-quartzites-fractures	39+425	39+925	500	100%	0%	0%	0%	100%
43	Zone-Transition-zone-Briançonnaise-Unite-Ambin	39+925	41+325	1400	100%	0%	0%	0%	100%
44	Clarea-Haute-Couverture-I	41+325	41+525	200	100%	0%	0%	0%	100%
45	Clarea-Haute-Couverture-II	41+525	50+100	8575	100%	0%	0%	0%	100%
46	Clarea-Basse-Couverture	50+100	53+750	3650	85%	2%	2%	11%	100%
47	Zone-Ambin-Et-Transition	53+750	55+030	1280	68%	16%	16%	0%	100%
48	Zone-a-Ecailles	55+030	56+045	1015	100%	0%	0%	0%	100%
49	Schistes-Carbonates	56+045	56+270	225	100%	0%	0%	0%	100%
50	Val-Cenischia	56+270	57+165	895	100%	0%	0%	0%	100%
51	Zone-Piemontaise-Puys-Venaus	57+165	60+687	3522	100%	0%	0%	0%	100%
52	Unite-oceanique	60+687	61+075	388	100%	0%	0%	0%	100%

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

Allegato B.3 – Ripartizione dei parametri del terreno GP3

Zone					GP3 - Condition_particulieres_d_excavation					
No	Nom	PK début	PK fin	L zone (m)	GP3-0 Autres conditions	GP3-I Anisotropie	GP3-II Front mixte	GP3-III Decompression violentes	GP3-IV Usure particulere des outils/blocky ground	Total
1	Maddalena-Zone-Ambin-Et-Transition	00+160	01+340	1180	82%	8%	0%	5%	5%	100%
2	Maddalena-2-Zone-Clarea	01+340	03+058	1718	72%	24%	0%	2%	2%	100%
3	PK-debut-tunnel	00+000	03+921	3921	100%	0%	0%	0%	0%	100%
4	Cone-dejection-St-Julien-Mont-Denis	03+921	04+430	509	98%	0%	0%	0%	2%	100%
5	Zone-ultradauphinoise-Flysch-du-Cheval-Noir	04+430	07+075	2645	95%	0%	5%	0%	0%	100%
6	Flysch-schisto-gresex	07+075	07+441	366	90%	0%	5%	0%	5%	100%
7	Front-Pennique	07+441	07+552	111	95%	0%	0%	0%	5%	100%
8	Zone-subbrianconnaise-Anticlinaux-Serpolliere-du-Chateau	07+552	08+734	1182	98%	2%	0%	0%	0%	100%
9	Zone-subbrianconnaise-Synclinal-de-la-Valorette	08+734	10+143	1409	98%	2%	0%	0%	0%	100%
10	Front-Houiller	10+143	10+403	260	100%	0%	0%	0%	0%	100%
11	Zone-Houillere-Brianconnaise-Unite-des-Encombres	10+403	11+079	676	94%	2%	2%	0%	2%	100%
12	Zone-transition-hE-hBO	11+079	12+421	1342	94%	2%	2%	0%	2%	100%
13	Zone-Houillere-Brianconnaise-Unite-du-Brequin-Orelle-gres	12+421	15+640	3219	94%	2%	2%	0%	2%	100%
14	Zone-Houillere-Brianconnaise-Unite-du-Brequin-Orelle-schistes	15+640	18+939	3299	94%	2%	2%	0%	2%	100%
15	Unite-de-la-Praz-Houiller-sterile	18+939	20+659	1720	94%	2%	2%	0%	2%	100%
16	Zone-transition-Praz-de-Fourneaux-fractures	20+659	21+579	920	91%	2%	2%	0%	5%	100%
17	Unite-de-Fourneaux-I	21+579	21+942	363	96%	2%	2%	0%	0%	100%
18	Unite-de-Fourneaux-II	21+942	23+113	1171	96%	2%	2%	0%	0%	100%
19	Gneiss-du-Sapey	23+113	23+740	627	93%	2%	0%	5%	0%	100%
20	Conglomerats-de-Loutraz	23+740	24+060	320	98%	2%	0%	0%	0%	100%
21	Terrains-Permotriasiques-quartzitiques	24+060	25+278	1218	96%	2%	0%	2%	0%	100%
22	Zone-decrochevauchement-de-Modane-Chaviere	25+278	25+508	230	91%	2%	2%	5%	0%	100%
23	Quartzites-de-l_unite-des-Avenieres	25+508	25+976	468	93%	2%	0%	5%	0%	100%
24	Conglomerats-de-Loutraz-de-l_anticalinal-de-l_Aiguille-de-Doran	25+976	26+161	185	93%	2%	0%	5%	0%	100%
25	Synclinal-de-la-masse-quartzites-schistes-gres	26+161	26+749	588	93%	2%	0%	5%	0%	100%

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

Zone					GP3 - Condition_particulieres_d_excavation					
No	Nom	PK début	PK fin	L zone (m)	GP3-0 Autres conditions	GP3-I Anisotropie	GP3-II Front mixte	GP3-III Decompression violentes	GP3-IV Usure particuliere des outils/blocky ground	Total
26	Flanc-ouest-Anticlinal-du-Rateau-d_Aussois	26+749	27+353	604	96%	2%	0%	2%	0%	100%
27	Socle-de-Loutraz-de-l_anticlinal-du-Rateau-d_Aussois	27+353	28+494	1141	96%	2%	0%	2%	0%	100%
28	Conglomerats-de-Loutraz-du-flanc-et-de-l_anticlinal-du-Rateau-d_Aussois	28+494	29+407	913	94%	2%	2%	2%	0%	100%
29	Zone-Briançonnaise-Interne-Vanoise-chevauchement-du-Rimollard	29+407	30+141	734	90%	4%	2%	4%	0%	100%
30	Micaschistes-du-socle-de-chevauchement-de-vanoise	30+141	31+129	988	96%	2%	0%	2%	0%	100%
31	Zone-Briançonnaise-Interne-Vanoise-chevauchement-du-Barbier	31+129	31+944	815	100%	0%	0%	0%	0%	100%
32	Zone-Briançonnaise-Interne-Vanoise-Modane	31+944	33+075	1131	94%	2%	2%	2%	0%	100%
33	Zone-Briançonnaise-conglomerats-quartzitiques	33+075	33+400	325	96%	2%	2%	0%	0%	100%
34	Zone-Briançonnaise-dolomies	33+400	34+050	650	98%	2%	0%	0%	0%	100%
35	Zone-Briançonnaise-Nappe-de-gypse-fracture	34+050	34+450	400	98%	0%	0%	2%	0%	100%
36	Nappe-de-gypse	34+450	36+500	2050	98%	0%	0%	2%	0%	100%
37	Zone-Briançonnaise-couverture	36+500	37+500	1000	95%	5%	0%	0%	0%	100%
38	Zone-Briançonnaise-quartzites	37+500	37+950	450	93%	2%	0%	5%	0%	100%
39	Zone-Briançonnaise-Micaschistes-quartzitiques	37+950	38+375	425	98%	2%	0%	0%	0%	100%
40	Zone-Briançonnaise-Groupe-Ambin-quartzites-et-dolomies	38+375	38+600	225	100%	0%	0%	0%	0%	100%
41	Gypse-et-anhydrites-indifferencies	38+600	39+425	825	100%	0%	0%	0%	0%	100%
42	Zone-Briançonnaise-Groupe-Ambin-quartzites-fractures	39+425	39+925	500	100%	0%	0%	0%	0%	100%
43	Zone-Transition-zone-Briançonnaise-Unite-Ambin	39+925	41+325	1400	94%	2%	0%	2%	2%	100%
44	Clarea-Haute-Couverture-I	41+325	41+525	200	94%	2%	0%	2%	2%	100%
45	Clarea-Haute-Couverture-II	41+525	50+100	8575	62%	31%	2%	5%	0%	100%
46	Clarea-Basse-Couverture	50+100	53+750	3650	26%	70%	0%	2%	2%	100%
47	Zone-Ambin-Et-Transition	53+750	55+030	1280	82%	8%	0%	5%	5%	100%
48	Zone-a-Ecailles	55+030	56+045	1015	43%	20%	17%	0%	20%	100%
49	Schistes-Carbonates	56+045	56+270	225	45%	20%	10%	0%	25%	100%
50	Val-Cenischia	56+270	57+165	895	50%	0%	0%	0%	50%	100%
51	Zone-Piemontaise-Puys-Venaus	57+165	60+687	3522	85%	10%	0%	0%	5%	100%
52	Unite-oceanique	60+687	61+075	388	83%	0%	10%	0%	7%	100%

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

Allegato B.4 – Ripartizione dei parametri del terreno GP4

Zone					GP4-Rheologie/squeezing				
No	Nom	PK debut	PK fin	L zone (m)	GP4-0 Autres conditions	GP4-I Rheologie (gonflement)	GP4-II Fortes plastifications	GP4-III Squeezing severe	Total
1	Maddalena-Zone-Ambin-Et-Transition	00+160	01+340	1180	98%	0%	2%	0%	100%
2	Maddalena-2-Zone-Clarea	01+340	03+058	1718	100%	0%	0%	0%	100%
3	PK-debut-tunnel	00+000	03+921	3921	100%	0%	0%	0%	100%
4	Cone-dejection-St-Julien-Mont-Denis	03+921	04+430	509	100%	0%	0%	0%	100%
5	Zone-ultradauphinoise-Flysch-du-Cheval-Noir	04+430	07+075	2645	100%	0%	0%	0%	100%
6	Flysch-schisto-greseux	07+075	07+441	366	100%	0%	0%	0%	100%
7	Front-Pennique	07+441	07+552	111	98%	2%	0%	0%	100%
8	Zone-subbrianconnaise-Anticlinaux-Serpolliere-du-Chateau	07+552	08+734	1182	98%	2%	0%	0%	100%
9	Zone-subbrianconnaise-Synclinal-de-la-Valorette	08+734	10+143	1409	92%	0%	8%	0%	100%
10	Front-Houiller	10+143	10+403	260	98%	2%	0%	0%	100%
11	Zone-Houillere-Brianconnaise-Unite-des-Encombres	10+403	11+079	676	0%	0%	10%	90%	100%
12	Zone-transition-hE-hBO	11+079	12+421	1342	50%	0%	20%	30%	100%
13	Zone-Houillere-Brianconnaise-Unite-du-Brequin-Orelle-gres	12+421	15+640	3219	80%	0%	15%	5%	100%
14	Zone-Houillere-Brianconnaise-Unite-du-Brequin-Orelle-schistes	15+640	18+939	3299	83%	0%	12%	5%	100%
15	Unite-de-la-Praz-Houiller-sterile	18+939	20+659	1720	100%	0%	0%	0%	100%
16	Zone-transition-Praz-de-Fourneaux-fractures	20+659	21+579	920	100%	0%	0%	0%	100%
17	Unite-de-Fourneaux-I	21+579	21+942	363	100%	0%	0%	0%	100%
18	Unite-de-Fourneaux-II	21+942	23+113	1171	100%	0%	0%	0%	100%
19	Gneiss-du-Sapey	23+113	23+740	627	100%	0%	0%	0%	100%
20	Conglomerats-de-Loutraz	23+740	24+060	320	100%	0%	0%	0%	100%
21	Terrains-Permotriasiques-quartzitiques	24+060	25+278	1218	100%	0%	0%	0%	100%
22	Zone-decrochevauchement-de-Modane-Chaviere	25+278	25+508	230	100%	0%	0%	0%	100%
23	Quartzites-de-l_unite-des-Avenieres	25+508	25+976	468	100%	0%	0%	0%	100%
24	Conglomerats-de-Loutraz-de-l_anticlinal-de-l_Aiguille-de-Doran	25+976	26+161	185	100%	0%	0%	0%	100%
25	Synclinal-de-la-masse-quartzites-schistes-gres	26+161	26+749	588	100%	0%	0%	0%	100%
26	Flanc-ouest-Anticlinal-du-Rateau-d_Aussois	26+749	27+353	604	100%	0%	0%	0%	100%

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

Zone					GP4-Rheologie/squeezing				
No	Nom	PK debut	PK fin	L zone (m)	GP4-0 Autres conditions	GP4-I Rheologie (gonflement)	GP4-II Fortes plastifications	GP4-III Squeezing severe	Total
27	Socle-de-Loutraz-de-l_anticlinal-du-Rateau-d_Aussois	27+353	28+494	1141	100%	0%	0%	0%	100%
28	Conglomerats-de-Loutraz-du-flanc-et-de-l_anticlinal-du-Rateau-d_Aussois	28+494	29+407	913	100%	0%	0%	0%	100%
29	Zone-Briançonnaise-Interne-Vanoise-chevauchement-du-Rimollard	29+407	30+141	734	80%	0%	20%	0%	100%
30	Micaschistes-du-socle-de-chevauchement-de-vanoise	30+141	31+129	988	80%	0%	20%	0%	100%
31	Zone-Briançonnaise-Interne-Vanoise-chevauchement-du-Barbier	31+129	31+944	815	98%	2%	0%	0%	100%
32	Zone-Briançonnaise-Interne-Vanoise-Modane	31+944	33+075	1131	98%	2%	0%	0%	100%
33	Zone-Briançonnaise-conglomerats-quartzitiques	33+075	33+400	325	100%	0%	0%	0%	100%
34	Zone-Briançonnaise-dolomies	33+400	34+050	650	100%	0%	0%	0%	100%
35	Zone-Briançonnaise-Nappe-de-gypse-fracture	34+050	34+450	400	100%	0%	0%	0%	100%
36	Nappe-de-gypse	34+450	36+500	2050	100%	0%	0%	0%	100%
37	Zone-Briançonnaise-couverture	36+500	37+500	1000	100%	0%	0%	0%	100%
38	Zone-Briançonnaise-quartzites	37+500	37+950	450	100%	0%	0%	0%	100%
39	Zone-Briançonnaise-Micaschistes-quartzitiques	37+950	38+375	425	100%	0%	0%	0%	100%
40	Zone-Briançonnaise-Groupe-Ambin-quartzites-et-dolomies	38+375	38+600	225	100%	0%	0%	0%	100%
41	Gypse-et-anhydrites-indifferencies	38+600	39+425	825	98%	2%	0%	0%	100%
42	Zone-Briançonnaise-Groupe-Ambin-quartzites-fractures	39+425	39+925	500	100%	0%	0%	0%	100%
43	Zone-Transition-zone-Briançonnaise-Unite-Ambin	39+925	41+325	1400	100%	0%	0%	0%	100%
44	Clarea-Haute-Couverture-I	41+325	41+525	200	80%	0%	20%	0%	100%
45	Clarea-Haute-Couverture-II	41+525	50+100	8575	80%	0%	20%	0%	100%
46	Clarea-Basse-Couverture	50+100	53+750	3650	95%	0%	5%	0%	100%
47	Zone-Ambin-Et-Transition	53+750	55+030	1280	95%	0%	5%	0%	100%
48	Zone-a-Ecailles	55+030	56+045	1015	75%	15%	10%	0%	100%
49	Schistes-Carbonates	56+045	56+270	225	80%	10%	10%	0%	100%
50	Val-Cenischia	56+270	57+165	895	100%	0%	0%	0%	100%
51	Zone-Piemontaise-Puys-Venaus	57+165	60+687	3522	98%	0%	2%	0%	100%
52	Unite-oceanique	60+687	61+075	388	100%	0%	0%	0%	100%

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

Allegato C – Incidenti di tipo B, C, D, E, F et G

Accidents type A-B-C				Type d'accident	SCENARIO		
No.		PK début			Optimiste	Moyen	Pessimiste
51	1135	1150	1165	C	1,00	0,00	0,00
52	1975	1990	2005	C	1,00	0,00	0,00
2a	4175	4180	4195	B	0,70	0,28	0,02
4a	7060	7075	7090	C	0,60	0,35	0,05
5a	7426	7441	7456	C	0,60	0,35	0,05
5b	7497	7512	7527	C	0,50	0,45	0,05
7a	9754	9769	9784	C	0,60	0,35	0,05
14a	20644	20659	20674	B	0,70	0,28	0,02
14b	20734	20749	20764	B	0,70	0,28	0,02
14c	20944	20959	20974	C	0,60	0,35	0,05
14d	21319	21334	21349	B	0,70	0,28	0,02
14e	21464	21479	21494	C	0,60	0,35	0,05
17a	23098	23113	23128	C	0,60	0,35	0,05
19a	24454	24469	24484	B	0,30	0,60	0,10
19b	24536	24551	24566	C	0,35	0,55	0,10
19c	25223	25238	25253	C	0,50	0,45	0,05
21a	25493	25508	25523	C	0,50	0,45	0,05
21b	25921	25936	25951	C	0,70	0,28	0,02
23a	26694	26709	26724	C	0,50	0,45	0,05
25a	28072	28087	28102	C	0,60	0,35	0,05
27a	29550	29565	29580	C	0,60	0,35	0,05
27b	29833	29848	29863	C	0,60	0,35	0,05
27c	30086	30101	30116	C	0,60	0,35	0,05
28a	30890	30905	30920	C	0,60	0,35	0,05
29a	31202	31217	31232	C	0,60	0,35	0,05
29b	31622	31637	31652	C	0,60	0,35	0,05
29c	31889	31904	31919	C	0,60	0,35	0,05
30a	32897	32912	32927	C	0,60	0,35	0,05
31a	33263	33278	33293	C	0,60	0,35	0,05
32a	33610	33625	33640	C	0,50	0,45	0,05
32b	33701	33716	33731	C	0,50	0,45	0,05
33a	34039	34054	34069	C	0,60	0,35	0,05
33b	34182	34197	34208	B	0,70	0,28	0,02
33c	34212	34212	34227	C	0,60	0,35	0,05
33d	34267	34282	34297	C	0,50	0,45	0,05
33e	34326	34341	34356	C	0,50	0,45	0,05
34a	34453	34468	34483	C	0,50	0,45	0,05
34b	34617	34632	34647	C	0,50	0,45	0,05
34c	35264	35279	35294	C	0,50	0,45	0,05
34d	35466	35481	35496	C	0,50	0,45	0,05
34e	35649	35664	35679	C	0,50	0,45	0,05
34f	35763	35778	35793	C	0,50	0,45	0,05

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

34g	35847	35862	35877	C	0,50	0,45	0,05
34h	36086	36101	36116	C	0,50	0,45	0,05
35a	36818	36833	36848	C	0,50	0,45	0,05
38a	38348	38363	38378	C	0,60	0,35	0,05
40a	39398	39413	39428	C	0,70	0,28	0,02
40b	39575	39590	39605	C	0,50	0,45	0,05
42a	41104	41119	41134	C	0,60	0,35	0,05
42b	41277	41292	41307	C	0,60	0,35	0,05
42c	41407	41422	41437	C	0,60	0,35	0,05
42d	41470	41485	41500	C	0,60	0,35	0,05
43a	44058	44073	44088	C	0,60	0,35	0,05
44a	47245	47260	47275	B	0,70	0,25	0,05
44b	47950	47965	47980	C	0,80	0,20	0,00
44c	48209	48224	48239	C	0,90	0,10	0,00
44d	49290	49320	49350	C	0,95	0,05	0,00
44e	51170	51170	51170	C	1,00	0,00	0,00
45	54930	54960	54990	C	0,60	0,35	0,05
46a	55170	55190	55210	C	0,60	0,35	0,05
46b	55270	55290	55310	C	0,35	0,55	0,10
46c	55355	55375	55395	C	0,60	0,35	0,05
46d	55625	55645	55665	C	0,60	0,35	0,05
46e	55715	55735	55755	C	0,60	0,35	0,05
46f	55780	55800	55820	C	0,70	0,28	0,02
49a	57780	57800	57820	C	0,35	0,55	0,10
49b	58440	58460	58480	C	0,70	0,28	0,02
49c	59645	59665	59685	C	0,70	0,28	0,02
49d	60315	60335	60355	C	0,70	0,28	0,02
49e	60665	60685	60705	C	0,70	0,28	0,02
50a	60840	60870	60900	C	0,70	0,28	0,02
Accidents type D-karst				SCENARIO			
No.		PK début		Type d'accident	Optimiste	Moyen	Pessimiste
1	7441	7686	7931	D	0,70	0,28	0,02
2	7941	8186	8431	D	0,70	0,28	0,02
3	8441	8686	8931	D	0,70	0,28	0,02
4	8941	9186	9431	D	0,70	0,28	0,02
5	9441	9686	9931	D	0,70	0,28	0,02
6	9941	10186	10431	D	0,70	0,28	0,02
7	24551	24796	25041	D	0,70	0,28	0,02
8	25051	25296	25541	D	0,55	0,40	0,05
9	31675	31675	31675	D	0,55	0,40	0,05
10	32957	32957	32957	D	0,55	0,40	0,05
11	33400	33645	33890	D	0,55	0,40	0,05
12	33900	34145	34390	D	0,55	0,40	0,05
13	34400	34645	34890	D	0,55	0,40	0,05
14	34900	35145	35390	D	0,55	0,40	0,05
15	35400	35645	35890	D	0,55	0,40	0,05

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

16	35900	36145	36390	D	0,55	0,40	0,05
17	36400	36645	36890	D	0,55	0,40	0,05
18	36900	37145	37390	D	0,55	0,40	0,05
19	37400	37545	37690	D	0,55	0,40	0,05
20	38340	38585	38830	D	0,55	0,40	0,05
21	38840	39165	39490	D	0,55	0,40	0,05
22	55000	55245	55490	D	0,70	0,28	0,02
23	55500	55750	56000	D	0,70	0,28	0,02

Accidents type E-blocage du tunnelier

No.		PK début		Type d'accident	Pessimiste
24	11604	13600	15640	E	0,05
25	24255	24500	24745	E	0,05
26	55175	55500	55825	E	0,05

Accidents type F-Charbon

No.		PK début		Type d'accident	Optimiste	Moyen	Pessimiste
27	11079	11324	11569	F	0,05	0,40	0,55
28	11579	11820	11820	F	0,05	0,40	0,55
29	11824	11824	11824	F	0,02	0,28	0,70
30	12053	12053	12053	F	0,02	0,28	0,70
31	12079	12324	12569	F	0,70	0,28	0,02
32	12579	12824	12920	F	0,70	0,28	0,02
33	12925	12925	12925	F	0,02	0,28	0,70
34	13079	13324	13569	F	0,70	0,28	0,02
35	13664	13664	13664	F	0,02	0,28	0,70
36	13669	13824	14069	F	0,70	0,28	0,02
37	14079	14324	14569	F	0,70	0,28	0,02
38	14579	14824	15069	F	0,70	0,28	0,02
39	15079	15324	15569	F	0,70	0,28	0,02

Accidents type G-Injection depuis VP

No.		PK début		Type d'accident	Pessimiste
40	10066	10086	10106	G	0,05
41	10348	10368	10388	G	0,05

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

Allegato D.1 – Matrice di passaggio

GEOMECHANIQUE-DU-TERRAIN	Type de GP2	CONDITIONS-EXCAVATION	RHEOLOGIE-SQUEEZING	Combinaison	Ground-class	Profil-type-explosif	Profil-type-tunnelier-ouvert France	Profil-type-tunnelier-ouvert Italie	Profil-type-tunnelier-à-bouclier	Profil-type-tunnelier-à-voussoirs
rmr-I	GP2-I	Autres-conditions	Autres-conditions	combi1	GC001	S1-I	TS1a-I	TS1a-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-I	GP2-I	Autres-conditions	Rheologie	combi2	GC006	S2-I	TS2-I	TS2-T-I	TM5-I	TB1-I
rmr-I	GP2-I	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi3	GC007	S2-I	TS2-I	TS2-T-I	TM5-I	TB2-I
rmr-I	GP2-I	Autres-conditions	Squeezing-severe	combi4	GC006	S2-I	TS2-I	TS2-T-I	TM5-I	TB1-I
rmr-I	GP2-I	Anisotropie	Autres-conditions	combi5	GC003	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-I	GP2-I	Anisotropie	Rheologie	combi6	GC182	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM5-I	TB1-I
rmr-I	GP2-I	Anisotropie	Fortes-plastifications	combi7	GC181	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM5-I	TB2-I
rmr-I	GP2-I	Anisotropie	Squeezing-severe	combi8	GC182	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM5-I	TB1-I
rmr-I	GP2-I	Front-mixte	Autres-conditions	combi9	GC001	S1-I	TS1a-I	TS1a-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-I	GP2-I	Front-mixte	Rheologie	combi10	GC006	S2-I	TS2-I	TS2-T-I	TM5-I	TB1-I
rmr-I	GP2-I	Front-mixte	Fortes-plastifications	combi11	GC007	S2-I	TS2-I	TS2-T-I	TM5-I	TB2-I
rmr-I	GP2-I	Front-mixte	Squeezing-severe	combi12	GC006	S2-I	TS2-I	TS2-T-I	TM5-I	TB1-I
rmr-I	GP2-I	decompressions-violentes	Autres-conditions	combi13	GC003	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-I	GP2-I	decompressions-violentes	Rheologie	combi14	GC003	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-I	GP2-I	decompressions-violentes	Fortes-plastifications	combi15	GC004	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM4-I	TB2-I
rmr-I	GP2-I	decompressions-violentes	Squeezing-severe	combi16	GC003	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-I	GP2-I	usure-outils	Autres-conditions	combi17	GC002	S1-I	TS1a-I	TS1a-T-I	TM5-I	TB1-I
rmr-I	GP2-I	usure-outils	Rheologie	combi18	GC006	S2-I	TS2-I	TS2-T-I	TM5-I	TB1-I
rmr-I	GP2-I	usure-outils	Fortes-plastifications	combi19	GC007	S2-I	TS2-I	TS2-T-I	TM5-I	TB2-I
rmr-I	GP2-I	usure-outils	Squeezing-severe	combi20	GC006	S2-I	TS2-I	TS2-T-I	TM5-I	TB1-I
rmr-I	GP2-II	Autres-conditions	Autres-conditions	combi101	GC046	S1-II	TS1a-II	TS1a-T-II	TM4-II	TB1-II
rmr-I	GP2-II	Autres-conditions	Rheologie	combi102	GC051	S2-II	TS2-II	TS2-T-II	TM5-II	TB1-II
rmr-I	GP2-II	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi103	GC052	S2-II	TS2-II	TS2-T-II	TM5-II	TB2-II
rmr-I	GP2-II	Autres-conditions	Squeezing-severe	combi104	GC051	S2-II	TS2-II	TS2-T-II	TM5-II	TB1-II
rmr-I	GP2-II	Anisotropie	Autres-conditions	combi105	GC048	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM4-II	TB1-II

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

GEOMECHANIQUE-DU-TERRAIN	Type de GP2	CONDITIONS-EXCAVATION	RHEOLOGIE-SQUEEZING	Combinaison	Ground-class	Profil-type-explosif	Profil-type-tunnelier-ouvert France	Profil-type-tunnelier-ouvert Italie	Profil-type-tunnelier-à-bouclier	Profil-type-tunnelier-à-voussoirs
rmr-I	GP2-II	Anisotropie	Rheologie	combi106	GC183	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM5-II	TB1-II
rmr-I	GP2-II	Anisotropie	Fortes-plastifications	combi107	GC184	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM5-II	TB2-II
rmr-I	GP2-II	Anisotropie	Squeezing-severe	combi108	GC183	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM5-II	TB1-II
rmr-I	GP2-II	Front-mixte	Autres-conditions	combi109	GC046	S1-II	TS1a-II	TS1a-T-II	TM4-II	TB1-II
rmr-I	GP2-II	Front-mixte	Rheologie	combi110	GC051	S2-II	TS2-II	TS2-T-II	TM5-II	TB1-II
rmr-I	GP2-II	Front-mixte	Fortes-plastifications	combi111	GC052	S2-II	TS2-II	TS2-T-II	TM5-II	TB2-II
rmr-I	GP2-II	Front-mixte	Squeezing-severe	combi112	GC051	S2-II	TS2-II	TS2-T-II	TM5-II	TB1-II
rmr-I	GP2-II	decompressions-violentes	Autres-conditions	combi113	GC048	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM4-II	TB1-II
rmr-I	GP2-II	decompressions-violentes	Rheologie	combi114	GC048	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM4-II	TB1-II
rmr-I	GP2-II	decompressions-violentes	Fortes-plastifications	combi115	GC049	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM4-II	TB2-II
rmr-I	GP2-II	decompressions-violentes	Squeezing-severe	combi116	GC048	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM4-II	TB1-II
rmr-I	GP2-II	usure-outils	Autres-conditions	combi117	GC047	S1-II	TS1a-II	TS1a-T-II	TM5-II	TB1-II
rmr-I	GP2-II	usure-outils	Rheologie	combi118	GC051	S2-II	TS2-II	TS2-T-II	TM5-II	TB1-II
rmr-I	GP2-II	usure-outils	Fortes-plastifications	combi119	GC052	S2-II	TS2-II	TS2-T-II	TM5-II	TB2-II
rmr-I	GP2-II	usure-outils	Squeezing-severe	combi120	GC051	S2-II	TS2-II	TS2-T-II	TM5-II	TB1-II
rmr-I	GP2-III	Autres-conditions	Autres-conditions	combi201	GC091	S1-III	TS1a-III	TS1a-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-I	GP2-III	Autres-conditions	Rheologie	combi202	GC096	S2-III	TS2-III	TS2-T-III	TM5-III	TB1-III
rmr-I	GP2-III	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi203	GC097	S2-III	TS2-III	TS2-T-III	TM5-III	TB2-III
rmr-I	GP2-III	Autres-conditions	Squeezing-severe	combi204	GC096	S2-III	TS2-III	TS2-T-III	TM5-III	TB1-III
rmr-I	GP2-III	Anisotropie	Autres-conditions	combi205	GC093	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-I	GP2-III	Anisotropie	Rheologie	combi206	GC185	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM5-III	TB1-III
rmr-I	GP2-III	Anisotropie	Fortes-plastifications	combi207	GC186	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM5-III	TB2-III
rmr-I	GP2-III	Anisotropie	Squeezing-severe	combi208	GC185	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM5-III	TB1-III
rmr-I	GP2-III	Front-mixte	Autres-conditions	combi209	GC091	S1-III	TS1a-III	TS1a-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-I	GP2-III	Front-mixte	Rheologie	combi210	GC096	S2-III	TS2-III	TS2-T-III	TM5-III	TB1-III
rmr-I	GP2-III	Front-mixte	Fortes-plastifications	combi211	GC097	S2-III	TS2-III	TS2-T-III	TM5-III	TB2-III
rmr-I	GP2-III	Front-mixte	Squeezing-severe	combi212	GC096	S2-III	TS2-III	TS2-T-III	TM5-III	TB1-III

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

GEOMECHANIQUE-DU-TERRAIN	Type de GP2	CONDITIONS-EXCAVATION	RHEOLOGIE-SQUEEZING	Combinaison	Ground-class	Profil-type-explosif	Profil-type-tunnelier-ouvert France	Profil-type-tunnelier-ouvert Italie	Profil-type-tunnelier-à-bouclier	Profil-type-tunnelier-à-voussoirs
rmr-I	GP2-III	decompressions-violentes	Autres-conditions	combi213	GC093	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-I	GP2-III	decompressions-violentes	Rheologie	combi214	GC093	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-I	GP2-III	decompressions-violentes	Fortes-plastifications	combi215	GC094	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM4-III	TB2-III
rmr-I	GP2-III	decompressions-violentes	Squeezing-severe	combi216	GC093	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-I	GP2-III	usure-outils	Autres-conditions	combi217	GC092	S1-III	TS1a-III	TS1a-T-III	TM5-III	TB1-III
rmr-I	GP2-III	usure-outils	Rheologie	combi218	GC096	S2-III	TS2-III	TS2-T-III	TM5-III	TB1-III
rmr-I	GP2-III	usure-outils	Fortes-plastifications	combi219	GC097	S2-III	TS2-III	TS2-T-III	TM5-III	TB2-III
rmr-I	GP2-III	usure-outils	Squeezing-severe	combi220	GC096	S2-III	TS2-III	TS2-T-III	TM5-III	TB1-III
rmr-I	GP2-IV	Autres-conditions	Autres-conditions	combi301	GC136	S1-IV	TS1a-IV	TS1a-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
rmr-I	GP2-IV	Autres-conditions	Rheologie	combi302	GC141	S2-IV	TS2-IV	TS2-T-IV	TM5-IV	TB1-IV
rmr-I	GP2-IV	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi303	GC142	S2-IV	TS2-IV	TS2-T-IV	TM5-IV	TB2-IV
rmr-I	GP2-IV	Autres-conditions	Squeezing-severe	combi304	GC141	S2-IV	TS2-IV	TS2-T-IV	TM5-IV	TB1-IV
rmr-I	GP2-IV	Anisotropie	Autres-conditions	combi305	GC138	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
rmr-I	GP2-IV	Anisotropie	Rheologie	combi306	GC187	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM5-IV	TB1-IV
rmr-I	GP2-IV	Anisotropie	Fortes-plastifications	combi307	GC188	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM5-IV	TB2-IV
rmr-I	GP2-IV	Anisotropie	Squeezing-severe	combi308	GC187	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM5-IV	TB1-IV
rmr-I	GP2-IV	Front-mixte	Autres-conditions	combi309	GC136	S1-IV	TS1a-IV	TS1a-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
rmr-I	GP2-IV	Front-mixte	Rheologie	combi310	GC141	S2-IV	TS2-IV	TS2-T-IV	TM5-IV	TB1-IV
rmr-I	GP2-IV	Front-mixte	Fortes-plastifications	combi311	GC142	S2-IV	TS2-IV	TS2-T-IV	TM5-IV	TB2-IV
rmr-I	GP2-IV	Front-mixte	Squeezing-severe	combi312	GC141	S2-IV	TS2-IV	TS2-T-IV	TM5-IV	TB1-IV
rmr-I	GP2-IV	decompressions-violentes	Autres-conditions	combi313	GC138	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
rmr-I	GP2-IV	decompressions-violentes	Rheologie	combi314	GC138	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
rmr-I	GP2-IV	decompressions-violentes	Fortes-plastifications	combi315	GC139	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM4-IV	TB2-IV
rmr-I	GP2-IV	decompressions-violentes	Squeezing-severe	combi316	GC138	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
rmr-I	GP2-IV	usure-outils	Autres-conditions	combi317	GC137	S1-IV	TS1a-IV	TS1a-T-IV	TM5-IV	TB1-IV
rmr-I	GP2-IV	usure-outils	Rheologie	combi318	GC141	S2-IV	TS2-IV	TS2-T-IV	TM5-IV	TB1-IV
rmr-I	GP2-IV	usure-outils	Fortes-plastifications	combi319	GC142	S2-IV	TS2-IV	TS2-T-IV	TM5-IV	TB2-IV

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

GEOMECHANIQUE-DU-TERRAIN	Type de GP2	CONDITIONS-EXCAVATION	RHEOLOGIE-SQUEEZING	Combinaison	Ground-class	Profil-type-explosif	Profil-type-tunnelier-ouvert France	Profil-type-tunnelier-ouvert Italie	Profil-type-tunnelier-à-bouclier	Profil-type-tunnelier-à-voussoirs
rmr-I	GP2-IV	usure-outils	Squeezing-severe	combi320	GC141	S2-IV	TS2-IV	TS2-T-IV	TM5-IV	TB1-IV
rmr-II	GP2-I	Autres-conditions	Autres-conditions	combi21	GC005	S2-I	TS2-I	TS2-T-I	TM3-I	TB1-I
rmr-II	GP2-I	Autres-conditions	Rheologie	combi22	GC013	S3a-I	TS3-I	TS3-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-II	GP2-I	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi23	GC014	S3a-I	TS3-I	TS3-T-I	TM4-I	TB2-I
rmr-II	GP2-I	Autres-conditions	Squeezing-severe	combi24	GC013	S3a-I	TS3-I	TS3-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-II	GP2-I	Anisotropie	Autres-conditions	combi25	GC008	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM3-I	TB1-I
rmr-II	GP2-I	Anisotropie	Rheologie	combi26	GC003	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-II	GP2-I	Anisotropie	Fortes-plastifications	combi27	GC004	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM4-I	TB2-I
rmr-II	GP2-I	Anisotropie	Squeezing-severe	combi28	GC003	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-II	GP2-I	Front-mixte	Autres-conditions	combi29	GC005	S2-I	TS2-I	TS2-T-I	TM3-I	TB1-I
rmr-II	GP2-I	Front-mixte	Rheologie	combi30	GC013	S3a-I	TS3-I	TS3-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-II	GP2-I	Front-mixte	Fortes-plastifications	combi31	GC014	S3a-I	TS3-I	TS3-T-I	TM4-I	TB2-I
rmr-II	GP2-I	Front-mixte	Squeezing-severe	combi32	GC013	S3a-I	TS3-I	TS3-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-II	GP2-I	decompressions-violentes	Autres-conditions	combi33	GC008	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM3-I	TB1-I
rmr-II	GP2-I	decompressions-violentes	Rheologie	combi34	GC008	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM3-I	TB1-I
rmr-II	GP2-I	decompressions-violentes	Fortes-plastifications	combi35	GC009	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM3-I	TB2-I
rmr-II	GP2-I	decompressions-violentes	Squeezing-severe	combi36	GC008	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM3-I	TB1-I
rmr-II	GP2-I	usure-outils	Autres-conditions	combi37	GC010	S3a-I	TS2-I	TS2-T-I	TM5-I	TB1-I
rmr-II	GP2-I	usure-outils	Rheologie	combi38	GC015	S3a-I	TS3-I	TS3-T-I	TM5-I	TB1-I
rmr-II	GP2-I	usure-outils	Fortes-plastifications	combi39	GC016	S3a-I	TS3-I	TS3-T-I	TM5-I	TB2-I
rmr-II	GP2-I	usure-outils	Squeezing-severe	combi40	GC015	S3a-I	TS3-I	TS3-T-I	TM5-I	TB1-I
rmr-II	GP2-II	Autres-conditions	Autres-conditions	combi121	GC050	S2-II	TS2-II	TS2-T-II	TM3-II	TB1-II
rmr-II	GP2-II	Autres-conditions	Rheologie	combi122	GC058	S3a-II	TS3-II	TS3-T-II	TM4-II	TB1-II
rmr-II	GP2-II	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi123	GC059	S3a-II	TS3-II	TS3-T-II	TM4-II	TB2-II
rmr-II	GP2-II	Autres-conditions	Squeezing-severe	combi124	GC058	S3a-II	TS3-II	TS3-T-II	TM4-II	TB1-II
rmr-II	GP2-II	Anisotropie	Autres-conditions	combi125	GC053	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM3-II	TB1-II
rmr-II	GP2-II	Anisotropie	Rheologie	combi126	GC048	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM4-II	TB1-II

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

GEOMECHANIQUE-DU-TERRAIN	Type de GP2	CONDITIONS-EXCAVATION	RHEOLOGIE-SQUEEZING	Combinaison	Ground-class	Profil-type-explosif	Profil-type-tunnelier-ouvert France	Profil-type-tunnelier-ouvert Italie	Profil-type-tunnelier-à-bouclier	Profil-type-tunnelier-à-voussoirs
rmr-II	GP2-II	Anisotropie	Fortes-plastifications	combi127	GC049	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM4-II	TB2-II
rmr-II	GP2-II	Anisotropie	Squeezing-severe	combi128	GC048	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM4-II	TB1-II
rmr-II	GP2-II	Front-mixte	Autres-conditions	combi129	GC050	S2-II	TS2-II	TS2-T-II	TM3-II	TB1-II
rmr-II	GP2-II	Front-mixte	Rheologie	combi130	GC058	S3a-II	TS3-II	TS3-T-II	TM4-II	TB1-II
rmr-II	GP2-II	Front-mixte	Fortes-plastifications	combi131	GC059	S3a-II	TS3-II	TS3-T-II	TM4-II	TB2-II
rmr-II	GP2-II	Front-mixte	Squeezing-severe	combi132	GC058	S3a-II	TS3-II	TS3-T-II	TM4-II	TB1-II
rmr-II	GP2-II	decompressions-violentes	Autres-conditions	combi133	GC053	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM3-II	TB1-II
rmr-II	GP2-II	decompressions-violentes	Rheologie	combi134	GC053	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM3-II	TB1-II
rmr-II	GP2-II	decompressions-violentes	Fortes-plastifications	combi135	GC054	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM3-II	TB2-II
rmr-II	GP2-II	decompressions-violentes	Squeezing-severe	combi136	GC053	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM3-II	TB1-II
rmr-II	GP2-II	usure-outils	Autres-conditions	combi137	GC055	S3a-II	TS2-II	TS2-T-II	TM5-II	TB1-II
rmr-II	GP2-II	usure-outils	Rheologie	combi138	GC060	S3a-II	TS3-II	TS3-T-II	TM5-II	TB1-II
rmr-II	GP2-II	usure-outils	Fortes-plastifications	combi139	GC061	S3a-II	TS3-II	TS3-T-II	TM5-II	TB2-II
rmr-II	GP2-II	usure-outils	Squeezing-severe	combi140	GC060	S3a-II	TS3-II	TS3-T-II	TM5-II	TB1-II
rmr-II	GP2-III	Autres-conditions	Autres-conditions	combi221	GC095	S2-III	TS2-III	TS2-T-III	TM3-III	TB1-III
rmr-II	GP2-III	Autres-conditions	Rheologie	combi222	GC103	S3a-III	TS3-III	TS3-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-II	GP2-III	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi223	GC104	S3a-III	TS3-III	TS3-T-III	TM4-III	TB2-III
rmr-II	GP2-III	Autres-conditions	Squeezing-severe	combi224	GC103	S3a-III	TS3-III	TS3-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-II	GP2-III	Anisotropie	Autres-conditions	combi225	GC098	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM3-III	TB1-III
rmr-II	GP2-III	Anisotropie	Rheologie	combi226	GC093	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-II	GP2-III	Anisotropie	Fortes-plastifications	combi227	GC094	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM4-III	TB2-III
rmr-II	GP2-III	Anisotropie	Squeezing-severe	combi228	GC093	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-II	GP2-III	Front-mixte	Autres-conditions	combi229	GC095	S2-III	TS2-III	TS2-T-III	TM3-III	TB1-III
rmr-II	GP2-III	Front-mixte	Rheologie	combi230	GC103	S3a-III	TS3-III	TS3-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-II	GP2-III	Front-mixte	Fortes-plastifications	combi231	GC104	S3a-III	TS3-III	TS3-T-III	TM4-III	TB2-III
rmr-II	GP2-III	Front-mixte	Squeezing-severe	combi232	GC103	S3a-III	TS3-III	TS3-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-II	GP2-III	decompressions-violentes	Autres-conditions	combi233	GC098	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM3-III	TB1-III

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

GEOMECHANIQUE-DU-TERRAIN	Type de GP2	CONDITIONS-EXCAVATION	RHEOLOGIE-SQUEEZING	Combinaison	Ground-class	Profil-type-explosif	Profil-type-tunnelier-ouvert France	Profil-type-tunnelier-ouvert Italie	Profil-type-tunnelier-à-bouclier	Profil-type-tunnelier-à-voussoirs
rmr-II	GP2-III	decompressions-violentes	Rheologie	combi234	GC098	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM3-III	TB1-III
rmr-II	GP2-III	decompressions-violentes	Fortes-plastifications	combi235	GC099	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM3-III	TB2-III
rmr-II	GP2-III	decompressions-violentes	Squeezing-severe	combi236	GC098	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM3-III	TB1-III
rmr-II	GP2-III	usure-outils	Autres-conditions	combi237	GC100	S3a-III	TS2-III	TS2-T-III	TM5-III	TB1-III
rmr-II	GP2-III	usure-outils	Rheologie	combi238	GC105	S3a-III	TS3-III	TS3-T-III	TM5-III	TB1-III
rmr-II	GP2-III	usure-outils	Fortes-plastifications	combi239	GC106	S3a-III	TS3-III	TS3-T-III	TM5-III	TB2-III
rmr-II	GP2-III	usure-outils	Squeezing-severe	combi240	GC105	S3a-III	TS3-III	TS3-T-III	TM5-III	TB1-III
rmr-II	GP2-IV	Autres-conditions	Autres-conditions	combi321	GC140	S2-IV	TS2-IV	TS2-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
rmr-II	GP2-IV	Autres-conditions	Rheologie	combi322	GC148	S3a-IV	TS3-IV	TS3-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
rmr-II	GP2-IV	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi323	GC149	S3a-IV	TS3-IV	TS3-T-IV	TM4-IV	TB2-IV
rmr-II	GP2-IV	Autres-conditions	Squeezing-severe	combi324	GC148	S3a-IV	TS3-IV	TS3-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
rmr-II	GP2-IV	Anisotropie	Autres-conditions	combi325	GC143	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
rmr-II	GP2-IV	Anisotropie	Rheologie	combi326	GC138	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
rmr-II	GP2-IV	Anisotropie	Fortes-plastifications	combi327	GC139	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM4-IV	TB2-IV
rmr-II	GP2-IV	Anisotropie	Squeezing-severe	combi328	GC138	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
rmr-II	GP2-IV	Front-mixte	Autres-conditions	combi329	GC140	S2-IV	TS2-IV	TS2-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
rmr-II	GP2-IV	Front-mixte	Rheologie	combi330	GC148	S3a-IV	TS3-IV	TS3-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
rmr-II	GP2-IV	Front-mixte	Fortes-plastifications	combi331	GC149	S3a-IV	TS3-IV	TS3-T-IV	TM4-IV	TB2-IV
rmr-II	GP2-IV	Front-mixte	Squeezing-severe	combi332	GC148	S3a-IV	TS3-IV	TS3-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
rmr-II	GP2-IV	decompressions-violentes	Autres-conditions	combi333	GC143	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
rmr-II	GP2-IV	decompressions-violentes	Rheologie	combi334	GC143	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
rmr-II	GP2-IV	decompressions-violentes	Fortes-plastifications	combi335	GC144	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM3-IV	TB2-IV
rmr-II	GP2-IV	decompressions-violentes	Squeezing-severe	combi336	GC143	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
rmr-II	GP2-IV	usure-outils	Autres-conditions	combi337	GC145	S3a-IV	TS2-IV	TS2-T-IV	TM5-IV	TB1-IV
rmr-II	GP2-IV	usure-outils	Rheologie	combi338	GC150	S3a-IV	TS3-IV	TS3-T-IV	TM5-IV	TB1-IV
rmr-II	GP2-IV	usure-outils	Fortes-plastifications	combi339	GC151	S3a-IV	TS3-IV	TS3-T-IV	TM5-IV	TB2-IV
rmr-II	GP2-IV	usure-outils	Squeezing-severe	combi340	GC150	S3a-IV	TS3-IV	TS3-T-IV	TM5-IV	TB1-IV

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

GEOMECHANIQUE-DU-TERRAIN	Type de GP2	CONDITIONS-EXCAVATION	RHEOLOGIE-SQUEEZING	Combinaison	Ground-class	Profil-type-explosif	Profil-type-tunnelier-ouvert France	Profil-type-tunnelier-ouvert Italie	Profil-type-tunnelier-à-bouclier	Profil-type-tunnelier-à-voussoirs
rmr-III	GP2-I	Autres-conditions	Autres-conditions	combi41	GC012	S3a-I	TS3-I	TS3-T-I	TM2-I	TB1-I
rmr-III	GP2-I	Autres-conditions	Rheologie	combi42	GC017	S3a-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM3-I	TB1-I
rmr-III	GP2-I	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi43	GC024	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM3-I	TB2-I
rmr-III	GP2-I	Autres-conditions	Squeezing-severe	combi44	GC023	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM3-I	TB1-I
rmr-III	GP2-I	Anisotropie	Autres-conditions	combi45	GC189	S3a-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM2-I	TB1-I
rmr-III	GP2-I	Anisotropie	Rheologie	combi46	GC017	S3a-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM3-I	TB1-I
rmr-III	GP2-I	Anisotropie	Fortes-plastifications	combi47	GC024	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM3-I	TB2-I
rmr-III	GP2-I	Anisotropie	Squeezing-severe	combi48	GC023	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM3-I	TB1-I
rmr-III	GP2-I	Front-mixte	Autres-conditions	combi49	GC012	S3a-I	TS3-I	TS3-T-I	TM2-I	TB1-I
rmr-III	GP2-I	Front-mixte	Rheologie	combi50	GC017	S3a-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM3-I	TB1-I
rmr-III	GP2-I	Front-mixte	Fortes-plastifications	combi51	GC024	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM3-I	TB2-I
rmr-III	GP2-I	Front-mixte	Squeezing-severe	combi52	GC023	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM3-I	TB1-I
rmr-III	GP2-I	decompressions-violentes	Autres-conditions	combi53	GC011	S11-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM2-I	TB1-I
rmr-III	GP2-I	decompressions-violentes	Rheologie	combi54	GC017	S3a-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM3-I	TB1-I
rmr-III	GP2-I	decompressions-violentes	Fortes-plastifications	combi55	GC024	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM3-I	TB2-I
rmr-III	GP2-I	decompressions-violentes	Squeezing-severe	combi56	GC023	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM3-I	TB1-I
rmr-III	GP2-I	usure-outils	Autres-conditions	combi57	GC013	S3a-I	TS3-I	TS3-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-III	GP2-I	usure-outils	Rheologie	combi58	GC025	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-III	GP2-I	usure-outils	Fortes-plastifications	combi59	GC026	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM4-I	TB2-I
rmr-III	GP2-I	usure-outils	Squeezing-severe	combi60	GC025	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-III	GP2-II	Autres-conditions	Autres-conditions	combi141	GC057	S3a-II	TS3-II	TS3-T-II	TM2-II	TB1-II
rmr-III	GP2-II	Autres-conditions	Rheologie	combi142	GC062	S3a-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM3-II	TB1-II
rmr-III	GP2-II	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi143	GC069	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM3-II	TB2-II
rmr-III	GP2-II	Autres-conditions	Squeezing-severe	combi144	GC068	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM3-II	TB1-II
rmr-III	GP2-II	Anisotropie	Autres-conditions	combi145	GC190	S3a-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM2-II	TB1-II
rmr-III	GP2-II	Anisotropie	Rheologie	combi146	GC062	S3a-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM3-II	TB1-II
rmr-III	GP2-II	Anisotropie	Fortes-plastifications	combi147	GC069	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM3-II	TB2-II

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

GEOMECHANIQUE-DU-TERRAIN	Type de GP2	CONDITIONS-EXCAVATION	RHEOLOGIE-SQUEEZING	Combinaison	Ground-class	Profil-type-explosif	Profil-type-tunnelier-ouvert France	Profil-type-tunnelier-ouvert Italie	Profil-type-tunnelier-à-bouclier	Profil-type-tunnelier-à-voussoirs
rmr-III	GP2-II	Anisotropie	Squeezing-severe	combi148	GC068	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM3-II	TB1-II
rmr-III	GP2-II	Front-mixte	Autres-conditions	combi149	GC057	S3a-II	TS3-II	TS3-T-II	TM2-II	TB1-II
rmr-III	GP2-II	Front-mixte	Rheologie	combi150	GC062	S3a-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM3-II	TB1-II
rmr-III	GP2-II	Front-mixte	Fortes-plastifications	combi151	GC069	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM3-II	TB2-II
rmr-III	GP2-II	Front-mixte	Squeezing-severe	combi152	GC068	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM3-II	TB1-II
rmr-III	GP2-II	decompressions-violentes	Autres-conditions	combi153	GC056	S11-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM2-II	TB1-II
rmr-III	GP2-II	decompressions-violentes	Rheologie	combi154	GC062	S3a-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM3-II	TB1-II
rmr-III	GP2-II	decompressions-violentes	Fortes-plastifications	combi155	GC069	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM3-II	TB2-II
rmr-III	GP2-II	decompressions-violentes	Squeezing-severe	combi156	GC068	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM3-II	TB1-II
rmr-III	GP2-II	usure-outils	Autres-conditions	combi157	GC058	S3a-II	TS3-II	TS3-T-II	TM4-II	TB1-II
rmr-III	GP2-II	usure-outils	Rheologie	combi158	GC070	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM4-II	TB1-II
rmr-III	GP2-II	usure-outils	Fortes-plastifications	combi159	GC071	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM4-II	TB2-II
rmr-III	GP2-II	usure-outils	Squeezing-severe	combi160	GC070	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM4-II	TB1-II
rmr-III	GP2-III	Autres-conditions	Autres-conditions	combi241	GC102	S3a-III	TS3-III	TS3-T-III	TM2-III	TB1-III
rmr-III	GP2-III	Autres-conditions	Rheologie	combi242	GC107	S3a-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM3-III	TB1-III
rmr-III	GP2-III	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi243	GC114	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM3-III	TB2-III
rmr-III	GP2-III	Autres-conditions	Squeezing-severe	combi244	GC113	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM3-III	TB1-III
rmr-III	GP2-III	Anisotropie	Autres-conditions	combi245	GC191	S3a-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM2-III	TB1-III
rmr-III	GP2-III	Anisotropie	Rheologie	combi246	GC107	S3a-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM3-III	TB1-III
rmr-III	GP2-III	Anisotropie	Fortes-plastifications	combi247	GC114	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM3-III	TB2-III
rmr-III	GP2-III	Anisotropie	Squeezing-severe	combi248	GC113	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM3-III	TB1-III
rmr-III	GP2-III	Front-mixte	Autres-conditions	combi249	GC102	S3a-III	TS3-III	TS3-T-III	TM2-III	TB1-III
rmr-III	GP2-III	Front-mixte	Rheologie	combi250	GC107	S3a-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM3-III	TB1-III
rmr-III	GP2-III	Front-mixte	Fortes-plastifications	combi251	GC114	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM3-III	TB2-III
rmr-III	GP2-III	Front-mixte	Squeezing-severe	combi252	GC113	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM3-III	TB1-III
rmr-III	GP2-III	decompressions-violentes	Autres-conditions	combi253	GC101	S11-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM2-III	TB1-III
rmr-III	GP2-III	decompressions-violentes	Rheologie	combi254	GC107	S3a-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM3-III	TB1-III

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

GEOMECHANIQUE-DU-TERRAIN	Type de GP2	CONDITIONS-EXCAVATION	RHEOLOGIE-SQUEEZING	Combinaison	Ground-class	Profil-type-explosif	Profil-type-tunnelier-ouvert France	Profil-type-tunnelier-ouvert Italie	Profil-type-tunnelier-à-bouclier	Profil-type-tunnelier-à-voussoirs
rmr-III	GP2-III	decompressions-violentes	Fortes-plastifications	combi255	GC114	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM3-III	TB2-III
rmr-III	GP2-III	decompressions-violentes	Squeezing-severe	combi256	GC113	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM3-III	TB1-III
rmr-III	GP2-III	usure-outils	Autres-conditions	combi257	GC103	S3a-III	TS3-III	TS3-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-III	GP2-III	usure-outils	Rheologie	combi258	GC115	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-III	GP2-III	usure-outils	Fortes-plastifications	combi259	GC116	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM4-III	TB2-III
rmr-III	GP2-III	usure-outils	Squeezing-severe	combi260	GC115	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-III	GP2-IV	Autres-conditions	Autres-conditions	combi341	GC147	S3a-IV	TS3-IV	TS3-T-IV	TM2-IV	TB1-IV
rmr-III	GP2-IV	Autres-conditions	Rheologie	combi342	GC152	S3a-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
rmr-III	GP2-IV	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi343	GC159	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM3-IV	TB2-IV
rmr-III	GP2-IV	Autres-conditions	Squeezing-severe	combi344	GC158	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
rmr-III	GP2-IV	Anisotropie	Autres-conditions	combi345	GC192	S3a-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM2-IV	TB1-IV
rmr-III	GP2-IV	Anisotropie	Rheologie	combi346	GC152	S3a-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
rmr-III	GP2-IV	Anisotropie	Fortes-plastifications	combi347	GC159	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM3-IV	TB2-IV
rmr-III	GP2-IV	Anisotropie	Squeezing-severe	combi348	GC158	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
rmr-III	GP2-IV	Front-mixte	Autres-conditions	combi349	GC147	S3a-IV	TS3-IV	TS3-T-IV	TM2-IV	TB1-IV
rmr-III	GP2-IV	Front-mixte	Rheologie	combi350	GC152	S3a-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
rmr-III	GP2-IV	Front-mixte	Fortes-plastifications	combi351	GC159	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM3-IV	TB2-IV
rmr-III	GP2-IV	Front-mixte	Squeezing-severe	combi352	GC158	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
rmr-III	GP2-IV	decompressions-violentes	Autres-conditions	combi353	GC146	S11-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM2-IV	TB1-IV
rmr-III	GP2-IV	decompressions-violentes	Rheologie	combi354	GC152	S3a-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
rmr-III	GP2-IV	decompressions-violentes	Fortes-plastifications	combi355	GC159	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM3-IV	TB2-IV
rmr-III	GP2-IV	decompressions-violentes	Squeezing-severe	combi356	GC158	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
rmr-III	GP2-IV	usure-outils	Autres-conditions	combi357	GC148	S3a-IV	TS3-IV	TS3-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
rmr-III	GP2-IV	usure-outils	Rheologie	combi358	GC160	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
rmr-III	GP2-IV	usure-outils	Fortes-plastifications	combi359	GC161	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM4-IV	TB2-IV
rmr-III	GP2-IV	usure-outils	Squeezing-severe	combi360	GC160	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
rmr-IV	GP2-I	Autres-conditions	Autres-conditions	combi61	GC028	S4-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM1-I	TB1-I

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

GEOMECHANIQUE-DU-TERRAIN	Type de GP2	CONDITIONS-EXCAVATION	RHEOLOGIE-SQUEEZING	Combinaison	Ground-class	Profil-type-explosif	Profil-type-tunnelier-ouvert France	Profil-type-tunnelier-ouvert Italie	Profil-type-tunnelier-à-bouclier	Profil-type-tunnelier-à-voussoirs
rmr-IV	GP2-I	Autres-conditions	Rheologie	combi62	GC020	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM1-I	TB1-I
rmr-IV	GP2-I	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi63	GC022	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM2-I	TB2-I
rmr-IV	GP2-I	Autres-conditions	Squeezing-severe	combi64	GC033	S9-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM2-I	TB1-I
rmr-IV	GP2-I	Anisotropie	Autres-conditions	combi65	GC028	S4-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM1-I	TB1-I
rmr-IV	GP2-I	Anisotropie	Rheologie	combi66	GC021	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM2-I	TB1-I
rmr-IV	GP2-I	Anisotropie	Fortes-plastifications	combi67	GC024	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM3-I	TB2-I
rmr-IV	GP2-I	Anisotropie	Squeezing-severe	combi68	GC034	S9-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM3-I	TB1-I
rmr-IV	GP2-I	Front-mixte	Autres-conditions	combi69	GC029	S5a-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM1-I	TB1-I
rmr-IV	GP2-I	Front-mixte	Rheologie	combi70	GC021	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM2-I	TB1-I
rmr-IV	GP2-I	Front-mixte	Fortes-plastifications	combi71	GC024	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM3-I	TB2-I
rmr-IV	GP2-I	Front-mixte	Squeezing-severe	combi72	GC034	S9-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM3-I	TB1-I
rmr-IV	GP2-I	decompressions-violentes	Autres-conditions	combi73	GC028	S4-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM1-I	TB1-I
rmr-IV	GP2-I	decompressions-violentes	Rheologie	combi74	GC021	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM2-I	TB1-I
rmr-IV	GP2-I	decompressions-violentes	Fortes-plastifications	combi75	GC022	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM2-I	TB2-I
rmr-IV	GP2-I	decompressions-violentes	Squeezing-severe	combi76	GC033	S9-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM2-I	TB1-I
rmr-IV	GP2-I	usure-outils	Autres-conditions	combi77	GC030	S5a-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-IV	GP2-I	usure-outils	Rheologie	combi78	GC025	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-IV	GP2-I	usure-outils	Fortes-plastifications	combi79	GC027	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM5-I	TB2-I
rmr-IV	GP2-I	usure-outils	Squeezing-severe	combi80	GC035	S9-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM5-I	TB1-I
rmr-IV	GP2-II	Autres-conditions	Autres-conditions	combi161	GC073	S4-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM1-II	TB1-II
rmr-IV	GP2-II	Autres-conditions	Rheologie	combi162	GC065	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM1-II	TB1-II
rmr-IV	GP2-II	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi163	GC067	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM2-II	TB2-II
rmr-IV	GP2-II	Autres-conditions	Squeezing-severe	combi164	GC078	S9-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM2-II	TB1-II
rmr-IV	GP2-II	Anisotropie	Autres-conditions	combi165	GC073	S4-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM1-II	TB1-II
rmr-IV	GP2-II	Anisotropie	Rheologie	combi166	GC066	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM2-II	TB1-II
rmr-IV	GP2-II	Anisotropie	Fortes-plastifications	combi167	GC069	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM3-II	TB2-II
rmr-IV	GP2-II	Anisotropie	Squeezing-severe	combi168	GC079	S9-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM3-II	TB1-II

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

GEOMECHANIQUE-DU-TERRAIN	Type de GP2	CONDITIONS-EXCAVATION	RHEOLOGIE-SQUEEZING	Combinaison	Ground-class	Profil-type-explosif	Profil-type-tunnelier-ouvert France	Profil-type-tunnelier-ouvert Italie	Profil-type-tunnelier-à-bouclier	Profil-type-tunnelier-à-voussoirs
rmr-IV	GP2-II	Front-mixte	Autres-conditions	combi169	GC074	S5a-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM1-II	TB1-II
rmr-IV	GP2-II	Front-mixte	Rheologie	combi170	GC066	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM2-II	TB1-II
rmr-IV	GP2-II	Front-mixte	Fortes-plastifications	combi171	GC069	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM3-II	TB2-II
rmr-IV	GP2-II	Front-mixte	Squeezing-severe	combi172	GC079	S9-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM3-II	TB1-II
rmr-IV	GP2-II	decompressions-violentes	Autres-conditions	combi173	GC073	S4-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM1-II	TB1-II
rmr-IV	GP2-II	decompressions-violentes	Rheologie	combi174	GC066	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM2-II	TB1-II
rmr-IV	GP2-II	decompressions-violentes	Fortes-plastifications	combi175	GC067	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM2-II	TB2-II
rmr-IV	GP2-II	decompressions-violentes	Squeezing-severe	combi176	GC078	S9-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM2-II	TB1-II
rmr-IV	GP2-II	usure-outils	Autres-conditions	combi177	GC075	S5a-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM4-II	TB1-II
rmr-IV	GP2-II	usure-outils	Rheologie	combi178	GC070	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM4-II	TB1-II
rmr-IV	GP2-II	usure-outils	Fortes-plastifications	combi179	GC072	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM5-II	TB2-II
rmr-IV	GP2-II	usure-outils	Squeezing-severe	combi180	GC080	S9-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM5-II	TB1-II
rmr-IV	GP2-III	Autres-conditions	Autres-conditions	combi261	GC118	S4-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM1-III	TB1-III
rmr-IV	GP2-III	Autres-conditions	Rheologie	combi262	GC110	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM1-III	TB1-III
rmr-IV	GP2-III	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi263	GC112	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM2-III	TB2-III
rmr-IV	GP2-III	Autres-conditions	Squeezing-severe	combi264	GC123	S9-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM2-III	TB1-III
rmr-IV	GP2-III	Anisotropie	Autres-conditions	combi265	GC118	S4-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM1-III	TB1-III
rmr-IV	GP2-III	Anisotropie	Rheologie	combi266	GC111	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM2-III	TB1-III
rmr-IV	GP2-III	Anisotropie	Fortes-plastifications	combi267	GC114	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM3-III	TB2-III
rmr-IV	GP2-III	Anisotropie	Squeezing-severe	combi268	GC124	S9-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM3-III	TB1-III
rmr-IV	GP2-III	Front-mixte	Autres-conditions	combi269	GC119	S5a-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM1-III	TB1-III
rmr-IV	GP2-III	Front-mixte	Rheologie	combi270	GC111	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM2-III	TB1-III
rmr-IV	GP2-III	Front-mixte	Fortes-plastifications	combi271	GC114	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM3-III	TB2-III
rmr-IV	GP2-III	Front-mixte	Squeezing-severe	combi272	GC124	S9-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM3-III	TB1-III
rmr-IV	GP2-III	decompressions-violentes	Autres-conditions	combi273	GC118	S4-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM1-III	TB1-III
rmr-IV	GP2-III	decompressions-violentes	Rheologie	combi274	GC111	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM2-III	TB1-III
rmr-IV	GP2-III	decompressions-violentes	Fortes-plastifications	combi275	GC112	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM2-III	TB2-III

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

GEOMECHANIQUE-DU-TERRAIN	Type de GP2	CONDITIONS-EXCAVATION	RHEOLOGIE-SQUEEZING	Combinaison	Ground-class	Profil-type-explosif	Profil-type-tunnelier-ouvert France	Profil-type-tunnelier-ouvert Italie	Profil-type-tunnelier-à-bouclier	Profil-type-tunnelier-à-voussoirs
rmr-IV	GP2-III	decompressions-violentes	Squeezing-severe	combi276	GC123	S9-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM2-III	TB1-III
rmr-IV	GP2-III	usure-outils	Autres-conditions	combi277	GC120	S5a-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-IV	GP2-III	usure-outils	Rheologie	combi278	GC115	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-IV	GP2-III	usure-outils	Fortes-plastifications	combi279	GC117	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM5-III	TB2-III
rmr-IV	GP2-III	usure-outils	Squeezing-severe	combi280	GC125	S9-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM5-III	TB1-III
rmr-IV	GP2-IV	Autres-conditions	Autres-conditions	combi361	GC163	S4-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM1-IV	TB1-IV
rmr-IV	GP2-IV	Autres-conditions	Rheologie	combi362	GC155	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM1-IV	TB1-IV
rmr-IV	GP2-IV	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi363	GC157	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM2-IV	TB2-IV
rmr-IV	GP2-IV	Autres-conditions	Squeezing-severe	combi364	GC168	S9-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM2-IV	TB1-IV
rmr-IV	GP2-IV	Anisotropie	Autres-conditions	combi365	GC163	S4-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM1-IV	TB1-IV
rmr-IV	GP2-IV	Anisotropie	Rheologie	combi366	GC156	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM2-IV	TB1-IV
rmr-IV	GP2-IV	Anisotropie	Fortes-plastifications	combi367	GC159	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM3-IV	TB2-IV
rmr-IV	GP2-IV	Anisotropie	Squeezing-severe	combi368	GC169	S9-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
rmr-IV	GP2-IV	Front-mixte	Autres-conditions	combi369	GC164	S5a-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM1-IV	TB1-IV
rmr-IV	GP2-IV	Front-mixte	Rheologie	combi370	GC156	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM2-IV	TB1-IV
rmr-IV	GP2-IV	Front-mixte	Fortes-plastifications	combi371	GC159	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM3-IV	TB2-IV
rmr-IV	GP2-IV	Front-mixte	Squeezing-severe	combi372	GC169	S9-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
rmr-IV	GP2-IV	decompressions-violentes	Autres-conditions	combi373	GC163	S4-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM1-IV	TB1-IV
rmr-IV	GP2-IV	decompressions-violentes	Rheologie	combi374	GC156	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM2-IV	TB1-IV
rmr-IV	GP2-IV	decompressions-violentes	Fortes-plastifications	combi375	GC157	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM2-IV	TB2-IV
rmr-IV	GP2-IV	decompressions-violentes	Squeezing-severe	combi376	GC168	S9-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM2-IV	TB1-IV
rmr-IV	GP2-IV	usure-outils	Autres-conditions	combi377	GC165	S5a-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
rmr-IV	GP2-IV	usure-outils	Rheologie	combi378	GC160	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
rmr-IV	GP2-IV	usure-outils	Fortes-plastifications	combi379	GC162	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM5-IV	TB2-IV
rmr-IV	GP2-IV	usure-outils	Squeezing-severe	combi380	GC170	S9-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM5-IV	TB1-IV
rmr-V	GP2-I	Autres-conditions	Autres-conditions	combi81	GC031	S5b-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM1-I	TB1-I
rmr-V	GP2-I	Autres-conditions	Rheologie	combi82	GC038	S7-I	TS5-I	TS5-T-I	TM1-I	TB1-I

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

GEOMECHANIQUE-DU-TERRAIN	Type de GP2	CONDITIONS-EXCAVATION	RHEOLOGIE-SQUEEZING	Combinaison	Ground-class	Profil-type-explosif	Profil-type-tunnelier-ouvert France	Profil-type-tunnelier-ouvert Italie	Profil-type-tunnelier-à-bouclier	Profil-type-tunnelier-à-voussoirs
rmr-V	GP2-I	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi83	GC036	S6-I	TS5-I	TS5-T-I	TM2-I	TB2-I
rmr-V	GP2-I	Autres-conditions	Squeezing-severe	combi84	GC044	S10-I	TS5-I	TS5-T-I	TM3-I	TB1-I
rmr-V	GP2-I	Anisotropie	Autres-conditions	combi85	GC031	S5b-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM1-I	TB1-I
rmr-V	GP2-I	Anisotropie	Rheologie	combi86	GC039	S7-I	TS5-I	TS5-T-I	TM2-I	TB1-I
rmr-V	GP2-I	Anisotropie	Fortes-plastifications	combi87	GC042	S9-I	TS5-I	TS5-T-I	TM3-I	TB2-I
rmr-V	GP2-I	Anisotropie	Squeezing-severe	combi88	GC044	S10-I	TS5-I	TS5-T-I	TM3-I	TB1-I
rmr-V	GP2-I	Front-mixte	Autres-conditions	combi89	GC031	S5b-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM1-I	TB1-I
rmr-V	GP2-I	Front-mixte	Rheologie	combi90	GC039	S7-I	TS5-I	TS5-T-I	TM2-I	TB1-I
rmr-V	GP2-I	Front-mixte	Fortes-plastifications	combi91	GC042	S9-I	TS5-I	TS5-T-I	TM3-I	TB2-I
rmr-V	GP2-I	Front-mixte	Squeezing-severe	combi92	GC044	S10-I	TS5-I	TS5-T-I	TM3-I	TB1-I
rmr-V	GP2-I	decompressions-violentes	Autres-conditions	combi93	GC031	S5b-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM1-I	TB1-I
rmr-V	GP2-I	decompressions-violentes	Rheologie	combi94	GC039	S7-I	TS5-I	TS5-T-I	TM2-I	TB1-I
rmr-V	GP2-I	decompressions-violentes	Fortes-plastifications	combi95	GC041	S9-I	TS5-I	TS5-T-I	TM2-I	TB2-I
rmr-V	GP2-I	decompressions-violentes	Squeezing-severe	combi96	GC043	S10-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM2-I	TB1-I
rmr-V	GP2-I	usure-outils	Autres-conditions	combi97	GC032	S5b-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-V	GP2-I	usure-outils	Rheologie	combi98	GC040	S7-I	TS5-I	TS5-T-I	TM4-I	TB1-I
rmr-V	GP2-I	usure-outils	Fortes-plastifications	combi99	GC037	S6-I	TS5-I	TS5-T-I	TM5-I	TB2-I
rmr-V	GP2-I	usure-outils	Squeezing-severe	combi100	GC045	S10-I	TS5-I	TS5-T-I	TM5-I	TB1-I
rmr-V	GP2-II	Autres-conditions	Autres-conditions	combi181	GC076	S5b-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM1-II	TB1-II
rmr-V	GP2-II	Autres-conditions	Rheologie	combi182	GC083	S7-II	TS5-II	TS5-T-II	TM1-II	TB1-II
rmr-V	GP2-II	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi183	GC081	S6-II	TS5-II	TS5-T-II	TM2-II	TB2-II
rmr-V	GP2-II	Autres-conditions	Squeezing-severe	combi184	GC089	S10-II	TS5-II	TS5-T-II	TM3-II	TB1-II
rmr-V	GP2-II	Anisotropie	Autres-conditions	combi185	GC076	S5b-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM1-II	TB1-II
rmr-V	GP2-II	Anisotropie	Rheologie	combi186	GC084	S7-II	TS5-II	TS5-T-II	TM2-II	TB1-II
rmr-V	GP2-II	Anisotropie	Fortes-plastifications	combi187	GC087	S9-II	TS5-II	TS5-T-II	TM3-II	TB2-II
rmr-V	GP2-II	Anisotropie	Squeezing-severe	combi188	GC089	S10-II	TS5-II	TS5-T-II	TM3-II	TB1-II
rmr-V	GP2-II	Front-mixte	Autres-conditions	combi189	GC076	S5b-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM1-II	TB1-II

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

GEOMECHANIQUE-DU-TERRAIN	Type de GP2	CONDITIONS-EXCAVATION	RHEOLOGIE-SQUEEZING	Combinaison	Ground-class	Profil-type-explosif	Profil-type-tunnelier-ouvert France	Profil-type-tunnelier-ouvert Italie	Profil-type-tunnelier-à-bouclier	Profil-type-tunnelier-à-voussoirs
rmr-V	GP2-II	Front-mixte	Rheologie	combi190	GC084	S7-II	TS5-II	TS5-T-II	TM2-II	TB1-II
rmr-V	GP2-II	Front-mixte	Fortes-plastifications	combi191	GC087	S9-II	TS5-II	TS5-T-II	TM3-II	TB2-II
rmr-V	GP2-II	Front-mixte	Squeezing-severe	combi192	GC089	S10-II	TS5-II	TS5-T-II	TM3-II	TB1-II
rmr-V	GP2-II	decompressions-violentes	Autres-conditions	combi193	GC076	S5b-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM1-II	TB1-II
rmr-V	GP2-II	decompressions-violentes	Rheologie	combi194	GC084	S7-II	TS5-II	TS5-T-II	TM2-II	TB1-II
rmr-V	GP2-II	decompressions-violentes	Fortes-plastifications	combi195	GC086	S9-II	TS5-II	TS5-T-II	TM2-II	TB2-II
rmr-V	GP2-II	decompressions-violentes	Squeezing-severe	combi196	GC088	S10-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM2-II	TB1-II
rmr-V	GP2-II	usure-outils	Autres-conditions	combi197	GC077	S5b-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM4-II	TB1-II
rmr-V	GP2-II	usure-outils	Rheologie	combi198	GC085	S7-II	TS5-II	TS5-T-II	TM4-II	TB1-II
rmr-V	GP2-II	usure-outils	Fortes-plastifications	combi199	GC082	S6-II	TS5-II	TS5-T-II	TM5-II	TB2-II
rmr-V	GP2-II	usure-outils	Squeezing-severe	combi200	GC090	S10-II	TS5-II	TS5-T-II	TM5-II	TB1-II
rmr-V	GP2-III	Autres-conditions	Autres-conditions	combi281	GC121	S5b-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM1-III	TB1-III
rmr-V	GP2-III	Autres-conditions	Rheologie	combi282	GC128	S7-III	TS5-III	TS5-T-III	TM1-III	TB1-III
rmr-V	GP2-III	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi283	GC126	S6-III	TS5-III	TS5-T-III	TM2-III	TB2-III
rmr-V	GP2-III	Autres-conditions	Squeezing-severe	combi284	GC134	S10-III	TS5-III	TS5-T-III	TM3-III	TB1-III
rmr-V	GP2-III	Anisotropie	Autres-conditions	combi285	GC121	S5b-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM1-III	TB1-III
rmr-V	GP2-III	Anisotropie	Rheologie	combi286	GC129	S7-III	TS5-III	TS5-T-III	TM2-III	TB1-III
rmr-V	GP2-III	Anisotropie	Fortes-plastifications	combi287	GC132	S9-III	TS5-III	TS5-T-III	TM3-III	TB2-III
rmr-V	GP2-III	Anisotropie	Squeezing-severe	combi288	GC134	S10-III	TS5-III	TS5-T-III	TM3-III	TB1-III
rmr-V	GP2-III	Front-mixte	Autres-conditions	combi289	GC121	S5b-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM1-III	TB1-III
rmr-V	GP2-III	Front-mixte	Rheologie	combi290	GC129	S7-III	TS5-III	TS5-T-III	TM2-III	TB1-III
rmr-V	GP2-III	Front-mixte	Fortes-plastifications	combi291	GC132	S9-III	TS5-III	TS5-T-III	TM3-III	TB2-III
rmr-V	GP2-III	Front-mixte	Squeezing-severe	combi292	GC134	S10-III	TS5-III	TS5-T-III	TM3-III	TB1-III
rmr-V	GP2-III	decompressions-violentes	Autres-conditions	combi293	GC121	S5b-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM1-III	TB1-III
rmr-V	GP2-III	decompressions-violentes	Rheologie	combi294	GC129	S7-III	TS5-III	TS5-T-III	TM2-III	TB1-III
rmr-V	GP2-III	decompressions-violentes	Fortes-plastifications	combi295	GC131	S9-III	TS5-III	TS5-T-III	TM2-III	TB2-III
rmr-V	GP2-III	decompressions-violentes	Squeezing-severe	combi296	GC133	S10-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM2-III	TB1-III

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

GEOMECHANIQUE-DU-TERRAIN	Type de GP2	CONDITIONS-EXCAVATION	RHEOLOGIE-SQUEEZING	Combinaison	Ground-class	Profil-type-explosif	Profil-type-tunnelier-ouvert France	Profil-type-tunnelier-ouvert Italie	Profil-type-tunnelier-à-bouclier	Profil-type-tunnelier-à-voussoirs
rmr-V	GP2-III	usure-outils	Autres-conditions	combi297	GC122	S5b-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-V	GP2-III	usure-outils	Rheologie	combi298	GC130	S7-III	TS5-III	TS5-T-III	TM4-III	TB1-III
rmr-V	GP2-III	usure-outils	Fortes-plastifications	combi299	GC127	S6-III	TS5-III	TS5-T-III	TM5-III	TB2-III
rmr-V	GP2-III	usure-outils	Squeezing-severe	combi300	GC135	S10-III	TS5-III	TS5-T-III	TM5-III	TB1-III
rmr-V	GP2-IV	Autres-conditions	Autres-conditions	combi381	GC166	S5b-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM1-IV	TB1-IV
rmr-V	GP2-IV	Autres-conditions	Rheologie	combi382	GC173	S7-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM1-IV	TB1-IV
rmr-V	GP2-IV	Autres-conditions	Fortes-plastifications	combi383	GC171	S6-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM2-IV	TB2-IV
rmr-V	GP2-IV	Autres-conditions	Squeezing-severe	combi384	GC179	S10-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
rmr-V	GP2-IV	Anisotropie	Autres-conditions	combi385	GC166	S5b-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM1-IV	TB1-IV
rmr-V	GP2-IV	Anisotropie	Rheologie	combi386	GC174	S7-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM2-IV	TB1-IV
rmr-V	GP2-IV	Anisotropie	Fortes-plastifications	combi387	GC177	S9-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM3-IV	TB2-IV
rmr-V	GP2-IV	Anisotropie	Squeezing-severe	combi388	GC179	S10-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
rmr-V	GP2-IV	Front-mixte	Autres-conditions	combi389	GC166	S5b-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM1-IV	TB1-IV
rmr-V	GP2-IV	Front-mixte	Rheologie	combi390	GC174	S7-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM2-IV	TB1-IV
rmr-V	GP2-IV	Front-mixte	Fortes-plastifications	combi391	GC177	S9-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM3-IV	TB2-IV
rmr-V	GP2-IV	Front-mixte	Squeezing-severe	combi392	GC179	S10-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
rmr-V	GP2-IV	decompressions-violentes	Autres-conditions	combi393	GC166	S5b-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM1-IV	TB1-IV
rmr-V	GP2-IV	decompressions-violentes	Rheologie	combi394	GC174	S7-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM2-IV	TB1-IV
rmr-V	GP2-IV	decompressions-violentes	Fortes-plastifications	combi395	GC176	S9-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM2-IV	TB2-IV
rmr-V	GP2-IV	decompressions-violentes	Squeezing-severe	combi396	GC178	S10-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM2-IV	TB1-IV
rmr-V	GP2-IV	usure-outils	Autres-conditions	combi397	GC167	S5b-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
rmr-V	GP2-IV	usure-outils	Rheologie	combi398	GC175	S7-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
rmr-V	GP2-IV	usure-outils	Fortes-plastifications	combi399	GC172	S6-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM5-IV	TB2-IV
rmr-V	GP2-IV	usure-outils	Squeezing-severe	combi400	GC180	S10-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM5-IV	TB1-IV

Allegato D.2 - Ground Classes

No	GC	explosif	Profil-type-tunnelier-ouvert France	Profil-type-tunnelier-ouvert Italie	tunnelier-mixte	tunnelier-à-voussoirs
1	GC001	S1-I	TS1a-I	TS1a-T-I	TM4-I	TB1-I
2	GC002	S1-I	TS1a-I	TS1a-T-I	TM5-I	TB1-I
3	GC003	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM4-I	TB1-I
4	GC004	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM4-I	TB2-I
5	GC005	S2-I	TS2-I	TS2-T-I	TM3-I	TB1-I
6	GC006	S2-I	TS2-I	TS2-T-I	TM5-I	TB1-I
7	GC007	S2-I	TS2-I	TS2-T-I	TM5-I	TB2-I
8	GC008	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM3-I	TB1-I
9	GC009	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM3-I	TB2-I
10	GC010	S3a-I	TS2-I	TS2-T-I	TM5-I	TB1-I
11	GC011	S11-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM2-I	TB1-I
12	GC012	S3a-I	TS3-I	TS3-T-I	TM2-I	TB1-I
13	GC013	S3a-I	TS3-I	TS3-T-I	TM4-I	TB1-I
14	GC014	S3a-I	TS3-I	TS3-T-I	TM4-I	TB2-I
15	GC015	S3a-I	TS3-I	TS3-T-I	TM5-I	TB1-I
16	GC016	S3a-I	TS3-I	TS3-T-I	TM5-I	TB2-I
17	GC017	S3a-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM3-I	TB1-I
18	GC018	S11-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM3-I	TB1-I
19	GC019	S11-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM3-I	TB2-I
20	GC020	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM1-I	TB1-I
21	GC021	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM2-I	TB1-I
22	GC022	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM2-I	TB2-I
23	GC023	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM3-I	TB1-I
24	GC024	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM3-I	TB2-I
25	GC025	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM4-I	TB1-I
26	GC026	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM4-I	TB2-I
27	GC027	S3b-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM5-I	TB2-I
28	GC028	S4-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM1-I	TB1-I
29	GC029	S5a-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM1-I	TB1-I
30	GC030	S5a-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM4-I	TB1-I
31	GC031	S5b-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM1-I	TB1-I
32	GC032	S5b-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM4-I	TB1-I
33	GC033	S9-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM2-I	TB1-I
34	GC034	S9-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM3-I	TB1-I
35	GC035	S9-I	TS4a-I	TS4a-T-I	TM5-I	TB1-I
36	GC036	S6-I	TS5-I	TS5-T-I	TM2-I	TB2-I
37	GC037	S6-I	TS5-I	TS5-T-I	TM5-I	TB2-I
38	GC038	S7-I	TS5-I	TS5-T-I	TM1-I	TB1-I
39	GC039	S7-I	TS5-I	TS5-T-I	TM2-I	TB1-I
40	GC040	S7-I	TS5-I	TS5-T-I	TM4-I	TB1-I
41	GC041	S9-I	TS5-I	TS5-T-I	TM2-I	TB2-I
42	GC042	S9-I	TS5-I	TS5-T-I	TM3-I	TB2-I

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

No	GC	explosif	Profil-type-tunnelier-ouvert France	Profil-type-tunnelier-ouvert Italie	tunnelier-mixte	tunnelier-à-voussoirs
43	GC043	S10-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM2-I	TB1-I
44	GC044	S10-I	TS5-I	TS5-T-I	TM3-I	TB1-I
45	GC045	S10-I	TS5-I	TS5-T-I	TM5-I	TB1-I
46	GC046	S1-II	TS1a-II	TS1a-T-II	TM4-II	TB1-II
47	GC047	S1-II	TS1a-II	TS1a-T-II	TM5-II	TB1-II
48	GC048	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM4-II	TB1-II
49	GC049	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM4-II	TB2-II
50	GC050	S2-II	TS2-II	TS2-T-II	TM3-II	TB1-II
51	GC051	S2-II	TS2-II	TS2-T-II	TM5-II	TB1-II
52	GC052	S2-II	TS2-II	TS2-T-II	TM5-II	TB2-II
53	GC053	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM3-II	TB1-II
54	GC054	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM3-II	TB2-II
55	GC055	S3a-II	TS2-II	TS2-T-II	TM5-II	TB1-II
56	GC056	S11-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM2-II	TB1-II
57	GC057	S3a-II	TS3-II	TS3-T-II	TM2-II	TB1-II
58	GC058	S3a-II	TS3-II	TS3-T-II	TM4-II	TB1-II
59	GC059	S3a-II	TS3-II	TS3-T-II	TM4-II	TB2-II
60	GC060	S3a-II	TS3-II	TS3-T-II	TM5-II	TB1-II
61	GC061	S3a-II	TS3-II	TS3-T-II	TM5-II	TB2-II
62	GC062	S3a-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM3-II	TB1-II
63	GC063	S11-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM3-II	TB1-II
64	GC064	S11-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM3-II	TB2-II
65	GC065	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM1-II	TB1-II
66	GC066	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM2-II	TB1-II
67	GC067	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM2-II	TB2-II
68	GC068	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM3-II	TB1-II
69	GC069	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM3-II	TB2-II
70	GC070	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM4-II	TB1-II
71	GC071	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM4-II	TB2-II
72	GC072	S3b-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM5-II	TB2-II
73	GC073	S4-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM1-II	TB1-II
74	GC074	S5a-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM1-II	TB1-II
75	GC075	S5a-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM4-II	TB1-II
76	GC076	S5b-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM1-II	TB1-II
77	GC077	S5b-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM4-II	TB1-II
78	GC078	S9-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM2-II	TB1-II
79	GC079	S9-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM3-II	TB1-II
80	GC080	S9-II	TS4a-II	TS4a-T-II	TM5-II	TB1-II
81	GC081	S6-II	TS5-II	TS5-T-II	TM2-II	TB2-II
82	GC082	S6-II	TS5-II	TS5-T-II	TM5-II	TB2-II
83	GC083	S7-II	TS5-II	TS5-T-II	TM1-II	TB1-II
84	GC084	S7-II	TS5-II	TS5-T-II	TM2-II	TB1-II
85	GC085	S7-II	TS5-II	TS5-T-II	TM4-II	TB1-II
86	GC086	S9-II	TS5-II	TS5-T-II	TM2-II	TB2-II

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

No	GC	explosif	Profil-type- tunnelier-ouvert France	Profil-type- tunnelier-ouvert Italie	tunnelier-mixte	tunnelier-à- voussoirs
87	GC087	S9-II	TS5-II	TS5-T-II	TM3-II	TB2-II
88	GC088	S10-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM2-II	TB1-II
89	GC089	S10-II	TS5-II	TS5-T-II	TM3-II	TB1-II
90	GC090	S10-II	TS5-II	TS5-T-II	TM5-II	TB1-II
91	GC091	S1-III	TS1a-III	TS1a-T-III	TM4-III	TB1-III
92	GC092	S1-III	TS1a-III	TS1a-T-III	TM5-III	TB1-III
93	GC093	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM4-III	TB1-III
94	GC094	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM4-III	TB2-III
95	GC095	S2-III	TS2-III	TS2-T-III	TM3-III	TB1-III
96	GC096	S2-III	TS2-III	TS2-T-III	TM5-III	TB1-III
97	GC097	S2-III	TS2-III	TS2-T-III	TM5-III	TB2-III
98	GC098	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM3-III	TB1-III
99	GC099	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM3-III	TB2-III
100	GC100	S3a-III	TS2-III	TS2-T-III	TM5-III	TB1-III
101	GC101	S11-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM2-III	TB1-III
102	GC102	S3a-III	TS3-III	TS3-T-III	TM2-III	TB1-III
103	GC103	S3a-III	TS3-III	TS3-T-III	TM4-III	TB1-III
104	GC104	S3a-III	TS3-III	TS3-T-III	TM4-III	TB2-III
105	GC105	S3a-III	TS3-III	TS3-T-III	TM5-III	TB1-III
106	GC106	S3a-III	TS3-III	TS3-T-III	TM5-III	TB2-III
107	GC107	S3a-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM3-III	TB1-III
108	GC108	S11-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM3-III	TB1-III
109	GC109	S11-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM3-III	TB2-III
110	GC110	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM1-III	TB1-III
111	GC111	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM2-III	TB1-III
112	GC112	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM2-III	TB2-III
113	GC113	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM3-III	TB1-III
114	GC114	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM3-III	TB2-III
115	GC115	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM4-III	TB1-III
116	GC116	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM4-III	TB2-III
117	GC117	S3b-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM5-III	TB2-III
118	GC118	S4-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM1-III	TB1-III
119	GC119	S5a-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM1-III	TB1-III
120	GC120	S5a-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM4-III	TB1-III
121	GC121	S5b-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM1-III	TB1-III
122	GC122	S5b-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM4-III	TB1-III
123	GC123	S9-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM2-III	TB1-III
124	GC124	S9-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM3-III	TB1-III
125	GC125	S9-III	TS4a-III	TS4a-T-III	TM5-III	TB1-III
126	GC126	S6-III	TS5-III	TS5-T-III	TM2-III	TB2-III
127	GC127	S6-III	TS5-III	TS5-T-III	TM5-III	TB2-III
128	GC128	S7-III	TS5-III	TS5-T-III	TM1-III	TB1-III
129	GC129	S7-III	TS5-III	TS5-T-III	TM2-III	TB1-III
130	GC130	S7-III	TS5-III	TS5-T-III	TM4-III	TB1-III

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

No	GC	explosif	Profil-type-tunnelier-ouvert France	Profil-type-tunnelier-ouvert Italie	tunnelier-mixte	tunnelier-à-voussoirs
131	GC131	S9-III	TS5-III	TS5-T-III	TM2-III	TB2-III
132	GC132	S9-III	TS5-III	TS5-T-III	TM3-III	TB2-III
133	GC133	S10-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM2-III	TB1-III
134	GC134	S10-III	TS5-III	TS5-T-III	TM3-III	TB1-III
135	GC135	S10-III	TS5-III	TS5-T-III	TM5-III	TB1-III
136	GC136	S1-IV	TS1a-IV	TS1a-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
137	GC137	S1-IV	TS1a-IV	TS1a-T-IV	TM5-IV	TB1-IV
138	GC138	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
139	GC139	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM4-IV	TB2-IV
140	GC140	S2-IV	TS2-IV	TS2-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
141	GC141	S2-IV	TS2-IV	TS2-T-IV	TM5-IV	TB1-IV
142	GC142	S2-IV	TS2-IV	TS2-T-IV	TM5-IV	TB2-IV
143	GC143	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
144	GC144	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM3-IV	TB2-IV
145	GC145	S3a-IV	TS2-IV	TS2-T-IV	TM5-IV	TB1-IV
146	GC146	S11-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM2-IV	TB1-IV
147	GC147	S3a-IV	TS3-IV	TS3-T-IV	TM2-IV	TB1-IV
148	GC148	S3a-IV	TS3-IV	TS3-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
149	GC149	S3a-IV	TS3-IV	TS3-T-IV	TM4-IV	TB2-IV
150	GC150	S3a-IV	TS3-IV	TS3-T-IV	TM5-IV	TB1-IV
151	GC151	S3a-IV	TS3-IV	TS3-T-IV	TM5-IV	TB2-IV
152	GC152	S3a-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
153	GC153	S11-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
154	GC154	S11-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM3-IV	TB2-IV
155	GC155	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM1-IV	TB1-IV
156	GC156	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM2-IV	TB1-IV
157	GC157	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM2-IV	TB2-IV
158	GC158	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
159	GC159	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM3-IV	TB2-IV
160	GC160	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
161	GC161	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM4-IV	TB2-IV
162	GC162	S3b-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM5-IV	TB2-IV
163	GC163	S4-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM1-IV	TB1-IV
164	GC164	S5a-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM1-IV	TB1-IV
165	GC165	S5a-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
166	GC166	S5b-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM1-IV	TB1-IV
167	GC167	S5b-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
168	GC168	S9-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM2-IV	TB1-IV
169	GC169	S9-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
170	GC170	S9-IV	TS4a-IV	TS4a-T-IV	TM5-IV	TB1-IV
171	GC171	S6-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM2-IV	TB2-IV
172	GC172	S6-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM5-IV	TB2-IV
173	GC173	S7-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM1-IV	TB1-IV
174	GC174	S7-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM2-IV	TB1-IV

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

No	GC	explosif	Profil-type-tunnelier-ouvert France	Profil-type-tunnelier-ouvert Italie	tunnelier-mixte	tunnelier-à-voussoirs
175	GC175	S7-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM4-IV	TB1-IV
176	GC176	S9-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM2-IV	TB2-IV
177	GC177	S9-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM3-IV	TB2-IV
178	GC178	S10-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM2-IV	TB1-IV
179	GC179	S10-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM3-IV	TB1-IV
180	GC180	S10-IV	TS5-IV	TS5-T-IV	TM5-IV	TB1-IV
181	GC181	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM5-I	TB2-I
182	GC182	S11-I	TS1b-I	TS1b-T-I	TM5-I	TB1-I
183	GC183	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM5-II	TB1-II
184	GC184	S11-II	TS1b-II	TS1b-T-II	TM5-II	TB2-II
185	GC185	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM5-III	TB1-III
186	GC186	S11-III	TS1b-III	TS1b-T-III	TM5-III	TB2-III
187	GC187	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM5-IV	TB1-IV
188	GC188	S11-IV	TS1b-IV	TS1b-T-IV	TM5-IV	TB2-IV
189	GC189	S3a-I	TS4b-I	TS4b-T-I	TM2-I	TB1-I
190	GC190	S3a-II	TS4b-II	TS4b-T-II	TM2-II	TB1-II
191	GC191	S3a-III	TS4b-III	TS4b-T-III	TM2-III	TB1-III
192	GC192	S3a-IV	TS4b-IV	TS4b-T-IV	TM2-IV	TB1-IV
193	GC-V-Cen	S8-I	TS5-I	TS5-T-I	TM5-I	TB2-I
194	GC-S-Jul	S7-I	TS5-I	TS5-T-I	TM5-I	TB2-I
195	GC-Ocean	S3a-I	TS5-I	TS5-T-I	TM6-I	TB2-I
196	GC-A-opt	SA-opt	TSA-opt	TSTA-opt	TMA-opt	TBA-opt
197	GC-A-moy	SA-moy	TSA-moy	TSTA-moy	TMA-moy	TBA-moy
198	GC-A-pes	SA-pes	TSA-pes	TSTA-pes	TMA-pes	TBA-pes
199	GC-B-opt	SB-opt	TSB-opt	TSTB-opt	TMB-opt	TBB-opt
200	GC-B-moy	SB-moy	TSB-moy	TSTB-moy	TMB-moy	TBB-moy
201	GC-B-pes	SB-pes	TSB-pes	TSTB-pes	TMB-pes	TBB-pes
202	GC-C-opt	SC-opt	TSC-opt	TSTC-opt	TMC-opt	TBC-opt
203	GC-C-moy	SC-moy	TSC-moy	TSTC-moy	TMC-moy	TBC-moy
204	GC-C-pes	SC-pes	TSC-pes	TSTC-pes	TMC-pes	TBC-pes
205	GC-D-opt	SD-opt	TSD-opt	TSTD-opt	TMD-opt	TBD-opt
206	GC-D-moy	SD-moy	TSD-moy	TSTD-moy	TMD-moy	TBD-moy
207	GC-D-pes	SD-pes	TSD-pes	TSTD-pes	TMD-pes	TBD-pes
208	GC-E-pes	SE-pes	TSE-pes	TSTE-pes	TME-pes	TBE-pes
209	GC-F-opt	SF-opt	TSF-opt	TSTF-opt	TMF-opt	TBF-opt
210	GC-F-moy	SF-moy	TSF-moy	TSTF-moy	TMF-moy	TBF-moy
211	GC-F-pes	SF-pes	TSF-pes	TSTF-pes	TMF-pes	TBF-pes
212	GC-G-pes	SG-pes	TSG-pes	TSTG-pes	TMG-pes	TBG-pes

Allegato E.1 – Sintesi delle cadenze di avanzamento delle classi di costruzione

combi	Profil type	Vitesse d'avancement effective [mètres/jour]		
		min	mode	max
1	S1-I	4,31	5,07	5,83
2	S2-I	3,95	4,65	5,35
3	S3a-I	4,12	4,85	5,58
4	S3b-I	2,11	2,48	2,85
5	S4-I	2,67	3,14	3,61
6	S5a-I	1,15	1,35	1,55
7	S5b-I	1,21	1,43	1,64
8	S6-I	0,70	0,83	0,95
9	S7-I	0,85	1,00	1,15
10	S8-I	0,55	0,65	0,75
11	S9-I	0,41	0,48	0,55
12	S10-I	0,41	0,48	0,55
13	S11-I	1,77	2,08	2,40
14	TS1a-I	11,77	15,69	19,62
15	TS1b-I	10,79	14,38	17,98
16	TS2-I	11,28	15,04	18,80
17	TS3-I	10,30	13,73	17,16
18	TS4a-I	7,36	9,81	12,26
19	TS4b-I	7,36	9,81	12,26
20	TS5-I	1,86	2,48	3,11
21	TS1a-T-I	11,77	15,69	19,62
22	TS1b-T-I	10,79	14,38	17,98
23	TS2-T-I	11,28	15,04	18,80
24	TS3-T-I	10,30	13,73	17,16
25	TS4a-T-I	7,36	9,81	12,26
26	TS4b-T-I	7,36	9,81	12,26
27	TS5-T-I	1,86	2,48	3,11
28	TM1-I	9,83	13,10	16,38
29	TM2-I	8,42	11,23	14,04
30	TM3-I	7,02	9,36	11,70
31	TM4-I	5,62	7,49	9,36
32	TM5-I	4,21	5,62	7,02
33	TM6-I	2,07	2,76	3,45
34	TB1-I	8,65	11,54	14,42
35	TB2-I	6,73	8,97	11,22
36	S1-II	3,58	4,21	4,84
37	S2-II	3,28	3,86	4,44
38	S3a-II	2,81	3,31	3,80
39	S3b-II	1,75	2,06	2,36
40	S4-II	2,22	2,61	3,00
41	S5a-II	0,95	1,12	1,29

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

combi	Profil type	Vitesse d'avancement effective [mètres/jour]		
		min	mode	max
42	S5b-II	1,00	1,18	1,36
43	S6-II	0,58	0,69	0,79
44	S7-II	0,71	0,83	0,96
45	S8-II	0,46	0,54	0,62
46	S9-II	0,34	0,40	0,46
47	S10-II	0,34	0,40	0,46
48	S11-II	1,47	1,73	1,99
49	TS1a-II	9,77	13,02	16,28
50	TS1b-II	8,95	11,94	14,92
51	TS2-II	9,36	12,48	15,60
52	TS3-II	8,55	11,40	14,25
53	TS4a-II	6,11	8,14	10,18
54	TS4b-II	6,11	8,14	10,18
55	TS5-II	1,55	2,06	2,58
56	TS1a-T-II	9,77	13,02	16,28
57	TS1b-T-II	8,95	11,94	14,92
58	TS2-T-II	9,36	12,48	15,60
59	TS3-T-II	8,55	11,40	14,25
60	TS4a-T-II	6,11	8,14	10,18
61	TS4b-T-II	6,11	8,14	10,18
62	TS5-T-II	1,55	2,06	2,58
63	TM1-II	8,16	10,88	13,59
64	TM2-II	6,99	9,32	11,65
65	TM3-II	5,83	7,77	9,71
66	TM4-II	4,66	6,21	7,77
67	TM5-II	3,50	4,66	5,83
68	TB1-II	7,18	9,58	11,97
69	TB2-II	5,59	7,45	9,31
70	S1-III	3,06	3,60	4,14
71	S2-III	2,81	3,30	3,80
72	S3a-III	2,41	2,83	3,26
73	S3b-III	1,50	1,76	2,03
74	S4-III	1,90	2,23	2,57
75	S5a-III	0,81	0,96	1,10
76	S5b-III	0,86	1,01	1,17
77	S6-III	0,49	0,58	0,67
78	S7-III	0,60	0,71	0,81
79	S8-III	0,39	0,46	0,53
80	S9-III	0,29	0,34	0,39
81	S10-III	0,29	0,34	0,39
82	S11-III	1,26	1,48	1,70
83	TS1a-III	8,36	11,14	13,93
84	TS1b-III	7,66	10,21	12,77
85	TS2-III	8,01	10,68	13,35

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

combi	Profil type	Vitesse d'avancement effective [mètres/jour]		
		min	mode	max
86	TS3-III	7,31	9,75	12,19
87	TS4a-III	5,22	6,96	8,70
88	TS4b-III	5,22	6,96	8,70
89	TS5-III	1,32	1,76	2,21
90	TS1a-T-III	8,36	11,14	13,93
91	TS1b-T-III	7,66	10,21	12,77
92	TS2-T-III	8,01	10,68	13,35
93	TS3-T-III	7,31	9,75	12,19
94	TS4a-T-III	5,22	6,96	8,70
95	TS4b-T-III	5,22	6,96	8,70
96	TS5-T-III	1,32	1,76	2,21
97	TM1-III	6,98	9,30	11,63
98	TM2-III	5,98	7,97	9,97
99	TM3-III	4,98	6,64	8,31
100	TM4-III	3,99	5,32	6,64
101	TM5-III	2,99	3,99	4,98
102	TB1-III	6,14	8,19	10,24
103	TB2-III	4,78	6,37	7,96
104	S1-IV	2,72	3,20	3,68
105	S2-IV	2,49	2,93	3,37
106	S3a-IV	2,13	2,51	2,89
107	S3b-IV	1,33	1,56	1,79
108	S4-IV	1,68	1,98	2,28
109	S5a-IV	0,73	0,85	0,98
110	S5b-IV	0,76	0,90	1,03
111	S6-IV	0,44	0,52	0,60
112	S7-IV	0,53	0,63	0,72
113	S8-IV	0,34	0,41	0,47
114	S9-IV	0,26	0,30	0,35
115	S10-IV	0,26	0,30	0,35
116	S11-IV	1,12	1,31	1,51
117	TS1a-IV	7,41	9,89	12,36
118	TS1b-IV	6,80	9,06	11,33
119	TS2-IV	7,11	9,47	11,84
120	TS3-IV	6,49	8,65	10,81
121	TS4a-IV	4,63	6,18	7,72
122	TS4b-IV	4,63	6,18	7,72
123	TS5-IV	1,17	1,57	1,96
124	TS1a-T-IV	7,41	9,89	12,36
125	TS1b-T-IV	6,80	9,06	11,33
126	TS2-T-IV	7,11	9,47	11,84
127	TS3-T-IV	6,49	8,65	10,81
128	TS4a-T-IV	4,63	6,18	7,72
129	TS4b-T-IV	4,63	6,18	7,72

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

combi	Profil type	Vitesse d'avancement effective [mètres/jour]		
		min	mode	max
130	TS5-T-IV	1,17	1,57	1,96
131	TM1-IV	6,19	8,25	10,32
132	TM2-IV	5,31	7,08	8,84
133	TM3-IV	4,42	5,90	7,37
134	TM4-IV	3,54	4,72	5,90
135	TM5-IV	2,65	3,54	4,42
136	TB1-IV	5,45	7,27	9,09
137	TB2-IV	4,24	5,65	7,07

Allegato E.2 – Classi di costruzione degli incidenti

	CC	gravitaire						pompage					
		coûts [k€]			délais [j]			Coûts [k€]			délais [j]		
		min	mode	max	min	mode	max	min	mode	max	min	mode	max
1	SA-opt	30	32	34	1	1	1	61	64	67	2	2	2
2	SA-moy	71	75	79	2	2	2	407	428	449	6	7	8
3	SA-pes	1260	1327	1393	14	15	17	1393	1466	1539	18	20	22
4	SB-opt	106	118	129	2	3	4	221	246	271	6	7	8
5	SB-moy	424	471	518	12	15	18	2822	3135	3449	32	40	48
6	SB-pes	4497	4997	5497	32	40	48	4998	5553	6109	48	60	72
7	SC-opt	75	86	96	2	2	3	75	86	96	2	2	3
8	SC-moy	2659	3039	3419	19	25	31	2659	3039	3419	19	25	31
9	SC-pes	5674	6484	7295	38	50	63	5674	6484	7295	38	50	63
10	SD-opt	96	96	97	3	3	3	128	128	129	4	4	4
11	SD-moy	173	182	191	5	6	7	590	621	652	14	15	17
12	SD-pes	6103	7180	8257	14	20	26	6648	7822	8995	21	30	39
13	SE-pes	17349	19827	22305	68	90	113	17349	19827	22305	68	90	113
14	SF-opt	75	86	96	0	0	0	75	86	96	0	0	0
15	SF-moy	3444	3936	4428	0	0	0	3444	3936	4428	0	0	0
16	SF-pes	4230	4834	5438	0	0	0	4230	4834	5438	0	0	0
17	SG-pes	3444	3936	4428	0	0	0	3444	3936	4428	0	0	0
18	TSA-opt	31	32	33	1	1	1	62	64	66	2	2	2
19	TSA-moy	72	75	78	2	2	2	413	428	443	6	7	8
20	TSA-pes	1404	1455	1506	18	20	22	1683	1744	1805	27	30	33
21	TSB-opt	109	118	126	2	3	4	229	246	263	6	7	8
22	TSB-moy	557	599	641	16	20	24	3174	3413	3652	40	50	60
23	TSB-pes	4896	5264	5633	40	50	60	9891	10636	11380	56	70	84
24	TSC-opt	53	64	75	1	2	3	53	64	75	1	2	3
25	TSC-moy	2622	3178	3734	15	30	45	2622	3178	3734	15	30	45
26	TSC-pes	5570	6752	7933	30	60	90	5570	6752	7933	30	60	90
27	TSD-opt	96	96	97	3	3	3	160	161	161	5	5	5
28	TSD-moy	289	300	310	9	10	11	1249	1295	1340	18	20	22
29	TSD-pes	10448	11674	12899	28	40	52	16721	18682	20644	63	90	117
30	TSE-pes	41436	50226	59015	90	180	270	41436	50226	59015	90	180	270
31	TSF-opt	53	64	75	1	2	3	53	64	75	1	2	3
32	TSF-moy	3247	3936	4624	0	0	0	3247	3936	4624	0	0	0
33	TSF-pes	3988	4834	5680	0	0	0	3988	4834	5680	0	0	0
34	TSG-pes	3247	3936	4624	0	0	0	3247	3936	4624	0	0	0
35	TSTA-opt	31	32	33	1	1	1	62	64	66	2	2	2
36	TSTA-moy	72	75	78	2	2	2	413	428	443	6	7	8
37	TSTA-pes	1404	1455	1506	18	20	22	1683	1744	1805	27	30	33
38	TSTB-opt	109	118	126	2	3	4	229	246	263	6	7	8
39	TSTB-moy	557	599	641	16	20	24	3174	3413	3652	40	50	60
40	TSTB-pes	4896	5264	5633	40	50	60	9891	10636	11380	56	70	84
41	TSTC-opt	53	64	75	1	2	3	53	64	75	1	2	3
42	TSTC-moy	2622	3178	3734	15	30	45	2622	3178	3734	15	30	45

Analyse DAT – Illustration du modèle / Analisi DAT – Illustrazione del modello

	CC	gravitaire						pompage					
		coûts [k€]			délais [j]			Coûts [k€]			délais [j]		
		min	mode	max	min	mode	max	min	mode	max	min	mode	max
43	TSTC-pes	5570	6752	7933	30	60	90	5570	6752	7933	30	60	90
44	TSTD-opt	96	96	97	3	3	3	160	161	161	5	5	5
45	TSTD-moy	289	300	310	9	10	11	1249	1295	1340	18	20	22
46	TSTD-pes	10448	11674	12899	28	40	52	16721	18682	20644	63	90	117
47	TSTE-pes	41436	50226	59015	90	180	270	41436	50226	59015	90	180	270
48	TSTF-opt	53	64	75	0	0	0	53	64	75	0	0	0
49	TSTF-moy	3247	3936	4624	0	0	0	3247	3936	4624	0	0	0
50	TSTF-pes	3988	4834	5680	0	0	0	3988	4834	5680	0	0	0
51	TSTG-pes	3247	3936	4624	0	0	0	3247	3936	4624	0	0	0
52	TMA-opt	31	32	33	1	1	1	62	64	66	2	2	2
53	TMA-moy	72	75	78	2	2	2	413	428	443	6	7	8
54	TMA-pes	1404	1455	1506	18	20	22	1683	1744	1805	27	30	33
55	TMB-opt	109	118	126	3	3	3	229	246	263	6	7	8
56	TMB-moy	557	599	641	18	20	22	3174	3413	3652	45	50	55
57	TMB-pes	4896	5264	5633	45	50	55	9891	10636	11380	63	70	77
58	TMC-opt	53	64	75	2	2	2	53	64	75	2	2	2
59	TMC-moy	2622	3178	3734	24	30	36	2622	3178	3734	24	30	36
60	TMC-pes	5570	6752	7933	48	60	72	5570	6752	7933	48	60	72
61	TMD-opt	48	48	48	1	2	2	80	80	81	2	2,5	3
62	TMD-moy	145	150	155	5	5	5	625	647	670	10	10	11
63	TMD-pes	5224	5837	6450	32	40	48	8360	9341	10322	72	90	108
64	TME-pes	62154	75339	88523	144	180	360	62154	75339	88523	144	180	360
65	TMF-opt	53	64	75	0	0	0	53	64	75	0	0	0
66	TMF-moy	3247	3936	4624	0	0	0	3247	3936	4624	0	0	0
67	TMF-pes	3988	4834	5680	0	0	0	3988	4834	5680	0	0	0
68	TMG-pes	3247	3936	4624	0	0	0	3247	3936	4624	0	0	0
69	TBA-opt	31	32	33	1	1	1	62	64	66	2	2	2
70	TBA-moy	72	75	78	2	2	2	413	428	443	6	7	8
71	TBA-pes	1404	1455	1506	18	20	22	1683	1744	1805	27	30	33
72	TBB-opt	114	118	122	3	3	3	237	246	255	6	7	8
73	TBB-moy	578	599	620	18	20	22	3294	3413	3533	45	50	55
74	TBB-pes	5080	5264	5449	45	50	55	10264	10636	11008	63	70	77
75	TBC-opt	60	64	69	2	2	2	60	64	69	2	2	2
76	TBC-moy	2955	3178	3400	24	30	36	2955	3178	3400	24	30	36
77	TBC-pes	6279	6752	7224	48	60	72	6279	6752	7224	48	60	72
78	TBD-opt	48	48	48	1	2	2	80	80	81	2	2,5	3
79	TBD-moy	147	150	152	5	5	5	636	647	659	10	10	11
80	TBD-pes	5428	5837	6245	32	40	48	8687	9341	9995	72	90	108
81	TBE-pes	70065	75339	101707	144	180	360	70065	75339	101707	144	180	360
82	TBF-opt	53	64	75	0	0	0	53	64	75	0	0	0
83	TBF-moy	3247	3936	4624	0	0	0	3247	3936	4624	0	0	0
84	TBF-pes	3988	4834	5680	0	0	0	3988	4834	5680	0	0	0
85	TBG-pes	3247	3936	4624	0	0	0	3247	3936	4624	0	0	0