## LEGENDA
## LÉGENDE

**Coperture quaternarie**
***Dépôts quaternaires***

- Coltre detritico-colluviale (ed) / *Couche détritique-colluviale (ed)*
- Depositi alluvionali di fondovalle, recenti e antichi (al) / *Dépôts alluviaux de fond de vallée, anciens et récents (al)*
- Depositi di conoide alluvionale/misto (ae) / *Dépôts de cônes alluviaux et cônes mixtes alluviaux-détritiques (ae)*
- Detriti di falda e grossi blocchi (db) / *Dépôts de pente (dp)*
- Coni detritici (dc) / *Cônes détritiques (dc)*
- Coltre detritica (dt) / *Éboulis (dt)*
- Depositi glaciali di fondo (fg) / *Dépôts glaciaires de fond (fg)*
- Depositi glaciali indifferenziati (gi) / *Dépôts glaciaires indifférenciés (gi)*
- Depositi lacustri (la) / *Dépôts lacustres (la)*
- Depositi antropici (ant) / *Dépôts anthropiques (ant)*
- Depositi torrentizi (at) / *Dépôts actuels des torrents (at)*

**Zona Briançonnese Interna**
***Zone Briançonnaise interne***

**Copertura meso-cenozoica**
***Couverture méso-cénozoïque***

- Quarziti (Trias inferiore) (QSE) / *Quartzites (Trias inférieur) (QSE)*

**Basamento Pretriassico**
***Socle Pré-Triassique***

***Complesso d'Ambin (Pre-Triassico)***
***Complexe d'Ambin (Pré-Triassique)***

- Micaescisti conglomeratici a clasti di quarzo (AMN) / *Micaschistes conglomératiques à éléments de quartz (AMN)*
- Gneiss apitici (AMC) / *Gneiss apitiques (AMC)*
- Gneiss albitici passanti a micaescisti quarzosi (AMD) / *Gneiss albitiques passants à des micaschistes quartzitiques (AMD)*

***Complesso di Clarea (Protero/ozoico a Cambriano?)***
***Complexe de Clarea (Protérozoïque à Cambrien?)***

- Micaescisti e gneiss minuti a granofiere e albitoscisti con lenti lenti di metabasiti anfibolitiche (CL) / *Micaschistes et gneiss micro-rubanés à granofières e albitoschistes avec des lentilles aplatissiques de métabasites amphibolitiques (CL)*

ove DEFINITO
ou localisable

- Metabasiti anfibolitiche (CL-a)* / *Métabasites amphibolitiques (CL-a)*

**Orizzonti di scollamento**
***Niveaux de décollement***

- Carniole, calcescisti carbonatrici (BCC/Kalk/Kring) / *Cargneules, calcschistes carbonatiques (BCC/Kalk/Kring)*

**Zona Piemontese**
***Zone Piémontaise***

**Unità di margine continentale**
***Unité de marge continentale***

**Unità tettonometamorfica del Gad**
***Unité tectonométamorphique du Gad***

- Marmi dolomitici (DGk) / *Marbres dolomitiques (DGk)*

**Unità di fossa**
***Unité de fosse***

**Unità tettonometamorfica di Puys-Venaus (PV)**
***Unité tectonométamorphique de Puys-Venaus (PV)***

- Scisti calcareo-filladici (SCC) / *Schistes carbonatés phyllitiques (SCC)*
- Grès albitici (Grès à Cheilonovi aut.) (GCK)* / *Grès albitiques (Grès de Cheilonovi aut.) (GCK)*
- Grès albitici (Grès de Chalonnet aut.) (GCK)* / *Grès albitiques (Grès de Chalonnet aut.) (GCK)*

**Unità oceaniche**
***Unité océaniques***

**Unità tettonometamorfica Bassa Val di Susa - Valli di Lanzo - Monte Orsiera (SU)**
***Unité tectonométamorphique Basse Vallée de Suse - Vallée de Lanzo - Monte Orsiera (SU)***

- Prasiniti e scisti prasinitici (OMB) / *Prasinites et schistes prasinitiques (OMB)*

**Unità tettonostratigrafica del Dora Maira (DM)**
***Unité tectonostratigraphique du Dora Maira (DM)***

**Copertura Mesozoica**
***Couverture mésozoïque***

**Complesso di Meana - M. Muretto**
***Complexe de Meana - M. Muretto***

- Calcemassicci (TCS) / *Calc-micaschistes (TCS)*
- Calcemassicci con intercalazioni di micascisti a cloritoide-granato (TCSm)* / *Calc-micaschistes avec niveaux de micaschistes à chloritoïde et grenat (TCSm)*
- Paragneiss lato/ con intercalazioni di quarziti (TPG) / *Paragneiss lités avec niveaux de quartzites (TPG)*

* Se non intersecate in sondaggi o gallerie già realizzate, le dimensioni e la localizzazione delle intercalazioni GCK, CL-a e TCSm hanno valenza puramente indicativa nel modello geologico rappresentato.
* Les dimensions et la localisation des intercalations GCK, CL-a et TCSm sont purement indicatives dans le modèle géologique représenté si non intercepées dans les forages ou dans les galeries déjà réalisées.

**Simboli geologico-strutturali**
***Symboles géologiques-structuraux***

- Limiti geologici / *Limites géologiques*
- Presunto andamento delle fasce fratturate in acquiferi porosi / *Cheminements présumés de la nappe phréatique dans les aquifères poreux*
- Sinclinale / *Synclinale*
- Anticlinale / *Anticlinale*
- Faglia principale certa / *Faille principale certaine*
- Faglia secondaria certa / *Faille secondaire certaine*
- Faglia principale presunta / *Faille présumée*
- Faglia secondaria presunta / *Faille secondaire présumée*
- Contatto tettonico certo / *Contact tectonique certain*
- Contatto tettonico incerto / *Contact tectonique incertain*
- Zona di intense fratturazione / *Zone de fracturation intense*
- Zona cataclastica / *Zone broyée*
- Superficie di scivolamento / *Base du glissement de terrain*
- Polarità degli elementi strutturali (a secondo Dainelli-Ray) / *Polarité des éléments structuraux (et (d'après Dainelli-Ray)*
- Polarità degli strati (anche) / *Polarité des couches (aussi)*
- Polarità stratigrafica sicura / *Polarité stratigraphique sûre*
- Direzione del movimento sui contatti tettonici / *Sens du mouvement sur contact tectonique*

**Altri simboli**
***Autres symboles***

- Traccia della opera / *Axe du tunnel de base*
- Cuoiate litologiche / *Coupe lithologique*
- Cuoiate (distanze perpendicolari dei sondaggi rispetto all'asse del profilo longitudinale e sua direzione, S = sinistra, D = destra) / *Coupe (distances perpendiculaires par rapport à l'axe du profil en long et direction, S = gauche, D = droite)*
- Sondaggi / *Forages*
- Cuoiate (distanze perpendicolari dei sondaggi rispetto all'asse del profilo longitudinale e sua direzione, S = sinistra, D = destra) / *Coupe (distances perpendiculaires par rapport à l'axe du profil en long et direction, S = gauche, D = droite)*
- Sondaggi LTF / *Forages LTF*
- Sondaggi LTF realizzati durante la campagna novembre 2012 / *Forages LTF réalisés pendant la campagne novembre 2012*
- Sondaggio 2016 eseguito nel cunicolo esplorativo della Maddalena / *Forages 2016 réalisés en tunnel exploratif de la Maddalena*
- Misura quota della falda freatica / *Mesure de la cote de la nappe phréatique*
- Traccia della sezione geologica trasversale / *Trace des coupes transversales*

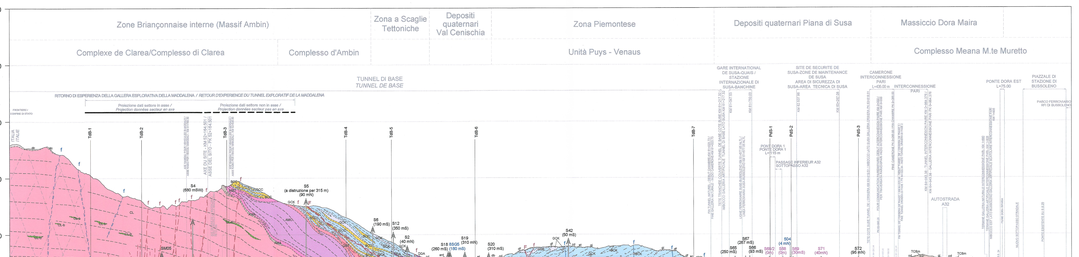
scala/échelle 1:25.000

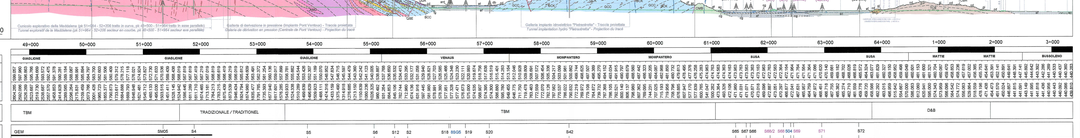
Q. RIF. 0.00

Comune / *Commune*

Quote progetto / *Cotes projet*

Quote terreno / *Cotes terrain*




Metodo di scavo
*Méthode d'excavation*

Sondaggi disponibili / *Forages disponibles*: S = Sondaggi; LTF = Sondaggi LTF; SCA = Sondaggi direzionali d'indagine; SCE = Sondaggi direzionali d'esecuzione; SCA = Sondaggi digitali d'indagine; SCE = Sondaggi digitali d'esecuzione; GEM = Galleria esplorativa della Maddalena / *Tunnel exploratif de la Maddalena*

Pianta geologica quota galleria / *Géologie à la cote du tunnel*: Zone fratturate / *Zones fracturées*; Faglia / *Faille*; ● Rilievi nella discenderia senza espressione superficiale / *Levés dans la descenderie sans expression superficielle*; Ingombro galleria / *Diamètre du tunnel*

Grado di affidabilità della previsione geologica (R-Index) / *Degré de fiabilité de la prévision géologique (R-Index)*:

| | | |
|---|---|---|
| 9.5-10 | Affidabilità da buona a molto buona / *Fiabilité de bonne à très bonne* | Il progetto si fonda su fonti dirette e/o indirette che hanno permesso di ricostruire il contesto geologico-strutturale e di individuare le unità litologiche e le principali discontinuità strutturali. Le indagini sono state eseguite secondo quanto previsto dalla normativa vigente e/o secondo standard riconosciuti e/o consolidati. Le indagini sono state ubicate in modo da ottenere un quadro conoscitivo ottimale. Il quadro conoscitivo è stato ulteriormente arricchito da indagini integrative. Il quadro conoscitivo è stato ulteriormente arricchito da indagini integrative. / *Le projet s'appuie sur des sources directes et/ou indirectes qui ont permis de reconstituer le contexte géologique-structural et d'identifier les unités lithologiques et les principales discontinuités structurales. Les investigations ont été menées selon les prescriptions de la réglementation en vigueur et/ou selon des standards reconnus et/ou consolidés. Les investigations ont été localisées de manière à obtenir un cadre de connaissance optimal. Le cadre de connaissance a été enrichi par des investigations intégratives. Le cadre de connaissance a été enrichi par des investigations intégratives.* |
| 7.5-9.5 | Affidabilità da media a buona / *Fiabilité de moyenne à bonne* | Il progetto si fonda su fonti dirette e/o indirette che hanno permesso di ricostruire il contesto geologico-strutturale e di individuare le unità litologiche e le principali discontinuità strutturali. Le indagini sono state eseguite secondo quanto previsto dalla normativa vigente e/o secondo standard riconosciuti e/o consolidati. Le indagini sono state ubicate in modo da ottenere un quadro conoscitivo adeguato. Il quadro conoscitivo è stato arricchito da indagini integrative. Il quadro conoscitivo è stato arricchito da indagini integrative. / *Le projet s'appuie sur des sources directes et/ou indirectes qui ont permis de reconstituer le contexte géologique-structural et d'identifier les unités lithologiques et les principales discontinuités structurales. Les investigations ont été menées selon les prescriptions de la réglementation en vigueur et/ou selon des standards reconnus et/ou consolidés. Les investigations ont été localisées de manière à obtenir un cadre de connaissance adéquat. Le cadre de connaissance a été enrichi par des investigations intégratives. Le cadre de connaissance a été enrichi par des investigations intégratives.* |
| 5.5-7.5 | Affidabilità da bassa a media / *Fiabilité de basse à moyenne* | Il progetto si fonda su fonti dirette e/o indirette che hanno permesso di ricostruire il contesto geologico-strutturale e di individuare le unità litologiche e le principali discontinuità strutturali. Le indagini sono state eseguite secondo quanto previsto dalla normativa vigente e/o secondo standard consolidati. Le indagini sono state ubicate in modo da ottenere un quadro conoscitivo minimo. Il quadro conoscitivo è stato arricchito da indagini integrative. Il quadro conoscitivo è stato arricchito da indagini integrative. / *Le projet s'appuie sur des sources directes et/ou indirectes qui ont permis de reconstituer le contexte géologique-structural et d'identifier les unités lithologiques et les principales discontinuités structurales. Les investigations ont été menées selon les prescriptions de la réglementation en vigueur et/ou selon des standards consolidés. Les investigations ont été localisées de manière à obtenir un cadre de connaissance minimal. Le cadre de connaissance a été enrichi par des investigations intégratives. Le cadre de connaissance a été enrichi par des investigations intégratives.* |
| 3.5-5.5 | Non o poco affidabile / *Pas ou peu fiable* | Il progetto si fonda su fonti dirette e/o indirette che hanno permesso di ricostruire il contesto geologico-strutturale e di individuare le unità litologiche e le principali discontinuità strutturali. Le indagini sono state eseguite secondo quanto previsto dalla normativa vigente e/o secondo standard consolidati. Le indagini sono state ubicate in modo da ottenere un quadro conoscitivo minimo. Il quadro conoscitivo è stato arricchito da indagini integrative. Il quadro conoscitivo è stato arricchito da indagini integrative. / *Le projet s'appuie sur des sources directes et/ou indirectes qui ont permis de reconstituer le contexte géologique-structural et d'identifier les unités lithologiques et les principales discontinuités structurales. Les investigations ont été menées selon les prescriptions de la réglementation en vigueur et/ou selon des standards consolidés. Les investigations ont été localisées de manière à obtenir un cadre de connaissance minimal. Le cadre de connaissance a été enrichi par des investigations intégratives. Le cadre de connaissance a été enrichi par des investigations intégratives.* |

Grado di affidabilità dei dati geomeccanici (GR-Index) / *Degré de fiabilité des données géomécaniques (GR-Index)*: ≤ 33% Affidabilità buona / *Fiabilité bonne*; 34-66% Affidabilità media / *Fiabilité moyenne*; ≥ 67% Affidabilità bassa / *Fiabilité faible*

Incertezze di tipo / *Incertitudes de type*:

| | | |
|---|---|---|
| Geologia / Géologie | Lacune nella conoscenza geologica / *Lacune de connaissance géologique* | Tipo 1/Type 1 |
| Idrogeologia / Hydrogéologie | Lacune nella conoscenza idrogeologica (assenza di piezometri, *Lacunes de connaissance hydrogéologique (absence de piézomètres, ...)* | Tipo 2/Type 2 |
| Ingegneria geotecnica / Géotechnique | Incertezze sul contesto geotecnico (ingegnegria di elementi / *Incertitudes sur le contexte géotechnique (ingénierie des éléments* | Tipo 3/Type 3 |
| Geotecnica Géotechnique | Presenza, nonché e caratteristiche di elementi classificati problematici per es. zone permeabilità/faglie, zone cavernose o fitte di quarzite / *Présence, nonchés et caractéristiques d'éléments classifiés problématiques (e.g. zones perméabilité/failles, des zones ou des fibres de quartz)* | Tipo 4/Type 4 |
| | Dispersione naturale delle proprietà geotecniche / *Dispersion naturelle des propriétés géotechniques* / Ipotesi/Hypothèses alla base/ *Hypothèses sur lesquelles* | Tipo 5/Type 5 |

Fonti di rischio / *Sources de risque*: Geologia / Géologie; Idrogeologia / Hydrogéologie; Geotecnica / Géotechnique

Analisi del rischio iniziale / *Analyses du risque initial*:

- Presenza di blocchi di dimensioni da decimetriche a metriche in terreni sciolti / *Présence de blocs de dimensions decimétriques à metriques dans depôts pas consolidés*
- Materie/acque aggressive / *Matières/eaux agressives*
- Presenza di gas radon / *Présence de gas radon*
- Possibilità di subsidenza della superficie / *Possibilité de subsidence de la surface*
- Presenza di cavità sotterranee / *Présence de cavités contenant minéraux d'anterie*
- Ammassi rocciosi fratturati (blocky ground) / *Amas rocheux fracturé (blocky ground)*
- Faglie non previste / *Failles non prévues*
- Permeabilità elevata / *Perméabilité élevée*
- Venute d'acqua persistenti o continue / *Venues d'eaux durables ou perpétuelles*
- Minerali rigonfianti e solubili / *Minéraux gonflants ou solubles*
- Presenza di sistemi di circolazione carsica / *Présence de karsts ou micro-karsts*
- Presenza d'acqua aggressiva (sulfatica) / *Présence d'eaux agressives (sulfatiques)*
- Temperature elevate / *Températures élevées*
- Fronti di scavo misti, ma roccia non propriamente geotecnica molto diverse / *Fronts d'excavation mixtes, avec des roches très différentes géotechniquement*
- Fronti di scavo misti, ma roccia e depositi sciolti / *Fronts d'excavation mixtes avec roche et dépôts pas consolidés*
- Fenomeni di "squeezing" / *Phénomènes de "squeezing"*
- Possibilità di "rockburst" / *Possibilité de "rockburst"*
- Presenza di spalling / *Présence de spalling*
- Possibilità di spalling/scoppio / *Possibilité de spalling/ de karsts*
- Presenza d'argille rigonfianti / *Présence d'argiles rigonfiantes*
- Instabilità del fronte di scavo / *Instabilité du front d'excavation*
- Difficoltà a operare in condizioni parietarie / *Difficultés à réaliser interventions en conditions hyperbares*
- Presenza di concentrazioni elevate in fibrosino / *Présence de concentrations élevées en fibrosino*

Analisi del rischio residuale / *Analyses du risque résiduel*:

- Presenza di blocchi di dimensioni da decimetriche a metriche in terreni sciolti / *Présence de blocs de dimensions decimétriques à metriques dans depôts pas consolidés*
- Materie/acque aggressive / *Matières/eaux agressives*
- Presenza di gas radon / *Présence de gas radon*
- Possibilità di subsidenza della superficie / *Possibilité de subsidence de la surface*
- Presenza di cavità sotterranee / *Présence de cavités contenant minéraux d'anterie*
- Ammassi rocciosi fratturati (blocky ground) / *Amas rocheux fracturé (blocky ground)*
- Faglie non previste / *Failles non prévues*
- Permeabilità elevata / *Perméabilité élevée*
- Venute d'acqua persistenti o continue / *Venues d'eaux durables ou perpétuelles*
- Minerali rigonfianti e solubili / *Minéraux gonflants ou solubles*
- Presenza di sistemi di circolazione carsica / *Présence de karsts ou micro-karsts*
- Presenza d'acqua aggressiva (sulfatica) / *Présence d'eaux agressives (sulfatiques)*
- Temperature elevate / *Températures élevées*
- Fronti di scavo misti, ma roccia non propriamente geotecnica molto diverse / *Fronts d'excavation mixtes, avec des roches très différentes géotechniquement*
- Fronti di scavo misti, ma roccia e depositi sciolti / *Fronts d'excavation mixtes avec roche et dépôts pas consolidés*
- Fenomeni di "squeezing" / *Phénomènes de "squeezing"*
- Possibilità di "rockburst" / *Possibilité de "rockburst"*
- Presenza di spalling / *Présence de spalling*
- Possibilità di spalling/scoppio / *Possibilité de spalling/ de karsts*
- Presenza d'argille rigonfianti / *Présence d'argiles rigonfiantes*
- Instabilità del fronte di scavo / *Instabilité du front d'excavation*
- Difficoltà a operare in condizioni parietarie / *Difficultés à réaliser interventions en conditions hyperbares*
- Presenza di concentrazioni elevate in fibrosino / *Présence de concentrations élevées en fibrosino*

Principali misure di mitigazione del rischio / *Mesures principales de mitigation/ réduction du risque*:

- Sopra con TBM / *Excavation TBM*
- Sopra in tradizionale / *Excavation en traditionnel*
- Direzione di scavo / *Direction du creusement*
- Fermo macchina programmato per manutenzione TBM / *Arrêt programmé du creusement pour manutention du tunnelier*
- Sistematico / *Systématique*
- Occasionale / *Occasionnelle*
- Fori di drenaggio in avanzamento / *Forage de drainage en avancement*
- Aumento della sezione di scavo / *Augmentation de la section de creusement*
- Eventuali interventi di trattamento consolidamento definitivo nicchie, consolidamento del fronte, trattamento / *Eventuelles interventions de traitement (consolidation du massif rocheux, renforcement du front de taille, ejections)*
- Eventuali interventi di impermeabilizzazione / *Eventuelles interventions de imperméabilisation*

Piano delle indagini complementari da eseguire in avanzamento in fase di scavo / *Reconnaissances complémentaires à executer en avancement en phase de creusement*:

- Indagini geofisiche sistematiche / *Reconnaissance géophysique systématique* — Tipo TSP/TRT/HSS / *Type TSP/TRT/HSS*; Tipo SSP / *Type SSP*
- Sondaggi esplorativi di fronte di scavo e nel cantiere del cavo (a sondaggio continuo o distruttivo, con registrazione dei parametri) / *Forages exploratoires au front de taille (carotte ou destructive avec registration des parametres)*
- Rilievo sistematico geologico/geomeccanico dei parametri del tunnel (TBM) o del fronte di scavo (metodo tradizionale) / *Levées systématiques des parois du tunnel (TBM) ou du front de taille (excavation conventionnelle)*
- Analisi sistematica dei parametri di scavo della TBM / *Analyse systématique des parametres d'excavation du tunnelier*
- Monitoraggio temperatura della roccia / *Surveillance de la temperature de la roche*

Metodo di scavo / *Méthode d'excavation*: TBM; TRADIZIONALE / TRADITIONEL; TBM; D&B

GEM = Galleria esplorativa della Maddalena / *Tunnel exploratif de la Maddalena*; SCE = Sondaggi direzionali d'esecuzione / *Forages dirigés d'exécution*; SCA = Sondaggi direzionali d'indagine / *Forages dirigés d'indagation*; S = Sondaggi / *Forages*; LTF = Sondaggi LTF / *Forages LTF*; Sondaggi disponibili / *Forages disponibles*

Ingombro galleria / *Diamètre du tunnel*; ● Rilievi nella discenderia senza espressione superficiale / *Levés dans la descenderie sans expression superficielle*; Faglia / *Faille*; Zone fratturate / *Zones fracturées*; Pianta geologica quota galleria / *Géologie à la cote du tunnel*

Grado di affidabilità della previsione geologica (R-Index) / *Degré de fiabilité de la prévision géologique (R-Index)*:

| | | |
|---|---|---|
| 9.5-10 | Affidabilità da buona a molto buona / *Fiabilité de bonne à très bonne* | Il progetto si fonda su fonti dirette e/o indirette che hanno permesso di ricostruire il contesto geologico-strutturale e di individuare le unità litologiche e le principali discontinuità strutturali. Le indagini sono state eseguite secondo quanto previsto dalla normativa vigente e/o secondo standard riconosciuti e/o consolidati. Le indagini sono state ubicate in modo da ottenere un quadro conoscitivo ottimale. Il quadro conoscitivo è stato ulteriormente arricchito da indagini integrative. Il quadro conoscitivo è stato ulteriormente arricchito da indagini integrative. / *Le projet s'appuie sur des sources directes et/ou indirectes qui ont permis de reconstituer le contexte géologique-structural et d'identifier les unités lithologiques et les principales discontinuités structurales. Les investigations ont été menées selon les prescriptions de la réglementation en vigueur et/ou selon des standards reconnus et/ou consolidés. Les investigations ont été localisées de manière à obtenir un cadre de connaissance optimal. Le cadre de connaissance a été enrichi par des investigations intégratives. Le cadre de connaissance a été enrichi par des investigations intégratives.* |
| 7.5-9.5 | Affidabilità da media a buona / *Fiabilité de moyenne à bonne* | Il progetto si fonda su fonti dirette e/o indirette che hanno permesso di ricostruire il contesto geologico-strutturale e di individuare le unità litologiche e le principali discontinuità strutturali. Le indagini sono state eseguite secondo quanto previsto dalla normativa vigente e/o secondo standard riconosciuti e/o consolidati. Le indagini sono state ubicate in modo da ottenere un quadro conoscitivo adeguato. Il quadro conoscitivo è stato arricchito da indagini integrative. Il quadro conoscitivo è stato arricchito da indagini integrative. / *Le projet s'appuie sur des sources directes et/ou indirectes qui ont permis de reconstituer le contexte géologique-structural et d'identifier les unités lithologiques et les principales discontinuités structurales. Les investigations ont été menées selon les prescriptions de la réglementation en vigueur et/ou selon des standards reconnus et/ou consolidés. Les investigations ont été localisées de manière à obtenir un cadre de connaissance adéquat. Le cadre de connaissance a été enrichi par des investigations intégratives. Le cadre de connaissance a été enrichi par des investigations intégratives.* |
| 5.5-7.5 | Affidabilità da bassa a media / *Fiabilité de basse à moyenne* | Il progetto si fonda su fonti dirette e/o indirette che hanno permesso di ricostruire il contesto geologico-strutturale e di individuare le unità litologiche e le principali discontinuità strutturali. Le indagini sono state eseguite secondo quanto previsto dalla normativa vigente e/o secondo standard consolidati. Le indagini sono state ubicate in modo da ottenere un quadro conoscitivo minimo. Il quadro conoscitivo è stato arricchito da indagini integrative. Il quadro conoscitivo è stato arricchito da indagini integrative. / *Le projet s'appuie sur des sources directes et/ou indirectes qui ont permis de reconstituer le contexte géologique-structural et d'identifier les unités lithologiques et les principales discontinuités structurales. Les investigations ont été menées selon les prescriptions de la réglementation en vigueur et/ou selon des standards consolidés. Les investigations ont été localisées de manière à obtenir un cadre de connaissance minimal. Le cadre de connaissance a été enrichi par des investigations intégratives. Le cadre de connaissance a été enrichi par des investigations intégratives.* |
| 3.5-5.5 | Non o poco affidabile / *Pas ou peu fiable* | Il progetto si fonda su fonti dirette e/o indirette che hanno permesso di ricostruire il contesto geologico-strutturale e di individuare le unità litologiche e le principali discontinuità strutturali. Le indagini sono state eseguite secondo quanto previsto dalla normativa vigente e/o secondo standard consolidati. Le indagini sono state ubicate in modo da ottenere un quadro conoscitivo minimo. Il quadro conoscitivo è stato arricchito da indagini integrative. Il quadro conoscitivo è stato arricchito da indagini integrative. / *Le projet s'appuie sur des sources directes et/ou indirectes qui ont permis de reconstituer le contexte géologique-structural et d'identifier les unités lithologiques et les principales discontinuités structurales. Les investigations ont été menées selon les prescriptions de la réglementation en vigueur et/ou selon des standards consolidés. Les investigations ont été localisées de manière à obtenir un cadre de connaissance minimal. Le cadre de connaissance a été enrichi par des investigations intégratives. Le cadre de connaissance a été enrichi par des investigations intégratives.* |

Grado di affidabilità dei dati geomeccanici (GR-Index) / *Degré de fiabilité des données géomécaniques (GR-Index)*: Affidabilità buona / *Fiabilité bonne* ≤ 33%; Affidabilità media / *Fiabilité moyenne* 34-66%; Affidabilità bassa / *Fiabilità faible* ≥ 67%

Incertezze di tipo / *Incertitudes de type*:

| | | |
|---|---|---|
| Geologia / Géologie | Lacune nella conoscenza geologica / *Lacune de connaissance géologique* | Tipo 1/Type 1 |
| Idrogeologia / Hydrogéologie | Lacune nella conoscenza idrogeologica (assenza di piezometri, *Lacunes de connaissance hydrogéologique (absence de piézomètres, ...)* | Tipo 2/Type 2 |
| Ingegneria geotecnica / Géotechnique | Incertezze sul contesto geotecnico (ingegnegria di elementi / *Incertitudes sur le contexte géotechnique (ingénierie des éléments* | Tipo 3/Type 3 |
| Geotecnica Géotechnique | Presenza, nonché e caratteristiche di elementi classificati problematici per es. zone permeabilità/faglie, zone cavernose o fitte di quarzite / *Présence, nonchés et caractéristiques d'éléments classifiés problématiques (e.g. zones perméabilité/failles, des zones ou des fibres de quartz)* | Tipo 4/Type 4 |
| | Dispersione naturale delle proprietà geotecniche / *Dispersion naturelle des propriétés géotechniques* / Ipotesi/Hypothèses alla base/ *Hypothèses sur lesquelles* | Tipo 5/Type 5 |

Fonti di rischio / *Sources de risque*: Geologia / Géologie; Idrogeologia / Hydrogéologie; Geotecnica / Géotechnique

Analisi del rischio iniziale / *Analyses du risque initial*:

- Presenza di blocchi di dimensioni da decimetriche a metriche in terreni sciolti / *Présence de blocs de dimensions decimétriques à metriques dans depôts pas consolidés*
- Materie/acque aggressive / *Matières/eaux agressives*
- Presenza di gas radon / *Présence de gas radon*
- Possibilità di subsidenza della superficie / *Possibilité de subsidence de la surface*
- Presenza di cavità sotterranee / *Présence de cavités contenant minéraux d'anterie*
- Ammassi rocciosi fratturati (blocky ground) / *Amas rocheux fracturé (blocky ground)*
- Faglie non previste / *Failles non prévues*
- Permeabilità elevata / *Perméabilité élevée*
- Venute d'acqua persistenti o continue / *Venues d'eaux durables ou perpétuelles*
- Minerali rigonfianti e solubili / *Minéraux gonflants ou solubles*
- Presenza di sistemi di circolazione carsica / *Présence de karsts ou micro-karsts*
- Presenza d'acqua aggressiva (sulfatica) / *Présence d'eaux agressives (sulfatiques)*
- Temperature elevate / *Températures élevées*
- Fronti di scavo misti, ma roccia non propriamente geotecnica molto diverse / *Fronts d'excavation mixtes, avec des roches très différentes géotechniquement*
- Fronti di scavo misti, ma roccia e depositi sciolti / *Fronts d'excavation mixtes avec roche et dépôts pas consolidés*
- Fenomeni di "squeezing" / *Phénomènes de "squeezing"*
- Possibilità di "rockburst" / *Possibilité de "rockburst"*
- Presenza di spalling / *Présence de spalling*
- Possibilità di spalling/scoppio / *Possibilité de spalling/ de karsts*
- Presenza d'argille rigonfianti / *Présence d'argiles rigonfiantes*
- Instabilità del fronte di scavo / *Instabilité du front d'excavation*
- Difficoltà a operare in condizioni parietarie / *Difficultés à réaliser interventions en conditions hyperbares*
- Presenza di concentrazioni elevate in fibrosino / *Présence de concentrations élevées en fibrosino*

Analisi del rischio residuale / *Analyses du risque résiduel*:

- Presenza di blocchi di dimensioni da decimetriche a metriche in terreni sciolti / *Présence de blocs de dimensions decimétriques à metriques dans depôts pas consolidés*
- Materie/acque aggressive / *Matières/eaux agressives*
- Presenza di gas radon / *Présence de gas radon*
- Possibilità di subsidenza della superficie / *Possibilité de subsidence de la surface*
- Presenza di cavità sotterranee / *Présence de cavités contenant minéraux d'anterie*
- Ammassi rocciosi fratturati (blocky ground) / *Amas rocheux fracturé (blocky ground)*
- Faglie non previste / *Failles non prévues*
- Permeabilità elevata / *Perméabilité élevée*
- Venute d'acqua persistenti o continue / *Venues d'eaux durables ou perpétuelles*
- Minerali rigonfianti e solubili / *Minéraux gonflants ou solubles*
- Presenza di sistemi di circolazione carsica / *Présence de karsts ou micro-karsts*
- Presenza d'acqua aggressiva (sulfatica) / *Présence d'eaux agressives (sulfatiques)*
- Temperature elevate / *Températures élevées*
- Fronti di scavo misti, ma roccia non propriamente geotecnica molto diverse / *Fronts d'excavation mixtes, avec des roches très différentes géotechniquement*
- Fronti di scavo misti, ma roccia e depositi sciolti / *Fronts d'excavation mixtes avec roche et dépôts pas consolidés*
- Fenomeni di "squeezing" / *Phénomènes de "squeezing"*
- Possibilità di "rockburst" / *Possibilité de "rockburst"*
- Presenza di spalling / *Présence de spalling*
- Possibilità di spalling/scoppio / *Possibilité de spalling/ de karsts*
- Presenza d'argille rigonfianti / *Présence d'argiles rigonfiantes*
- Instabilità del fronte di scavo / *Instabilité du front d'excavation*
- Difficoltà a operare in condizioni parietarie / *Difficultés à réaliser interventions en conditions hyperbares*
- Presenza di concentrazioni elevate in fibrosino / *Présence de concentrations élevées en fibrosino*

Principali misure di mitigazione del rischio / *Mesures principales de mitigation/ réduction du risque*:

- Sopra con TBM / *Excavation TBM*
- Sopra in tradizionale / *Excavation en traditionnel*
- Direzione di scavo / *Direction du creusement*
- Fermo macchina programmato per manutenzione TBM / *Arrêt programmé du creusement pour manutention du tunnelier*
- Sistematico / *Systématique*
- Occasionale / *Occasionnelle*
- Fori di drenaggio in avanzamento / *Forage de drainage en avancement*
- Aumento della sezione di scavo / *Augmentation de la section de creusement*
- Eventuali interventi di trattamento consolidamento definitivo nicchie, consolidamento del fronte, trattamento / *Eventuelles interventions de traitement (consolidation du massif rocheux, renforcement du front de taille, ejections)*
- Eventuali interventi di impermeabilizzazione / *Eventuelles interventions de imperméabilisation*

Piano delle indagini complementari da eseguire in avanzamento in fase di scavo / *Reconnaissances complémentaires à executer en avancement en phase de creusement*:

- Tipo TSP/TRT/HSS / *Type TSP/TRT/HSS*; Tipo SSP / *Type SSP*
- Indagini geofisiche sistematiche / *Reconnaissance géophysique systématique*
- Sondaggi esplorativi di fronte di scavo e nel cantiere del cavo (a sondaggio continuo o distruttivo, con registrazione dei parametri) / *Forages exploratoires au front de taille (carotte ou destructive avec registration des parametres)*
- Rilievo sistematico geologico/geomeccanico dei parametri del tunnel (TBM) o del fronte di scavo (metodo tradizionale) / *Levées systématiques des parois du tunnel (TBM) ou du front de taille (excavation conventionnelle)*
- Analisi sistematica dei parametri di scavo della TBM / *Analyse systématique des parametres d'excavation du tunnelier*
- Monitoraggio temperatura della roccia / *Surveillance de la temperature de la roche*

**Legenda dell'interpretazione del grado di affidabilità dei dati geomeccanici (R-Index)**
*Légende de l'interpretation du degré de fiabilité des données géomecaniques (R-Index)*

| | | | valore / *valeur* |
|---|---|---|---|
| Sondaggi / *Sondages* | P | dati di progetto / *données de projet* | 0,5 |
| | | dati di progetto/integrativi relativi ai rilevamenti di roccia / *Tri geomecanici e quelli di progetto, reelo* | |
| | | Tri geomecanici e quelli di progetto, reelo / *Tri geomecanici e dati di progetto* | |
| | | dati di progetto/integrativi/ per la roccia / *Tri geomecanici e dati di progetto* | |
| | L | dati di progetto/ / *Tri geomecanici e dati di progetto* | 0,75 |
| | | dati di progetto/ / *Tri geomecanici e dati di progetto* | |
| | | dati di progetto/integrativi/ per la roccia / *Tri geomecanici e dati di progetto* | |
| | | dati di progetto/ / *Tri geomecanici e dati di progetto* | 0,75 |

| N | valore / *valeur* |
|---|---|
| n° = quantità di dati / *trade complessive rocciose delle litologie n° de données / longueur trait par lithologie* | |
| 0,001 | 1,1 |
| 0,002 | 0,00 0,8 |
| 0,005 | 0,00 0,6 |
| 0,010 | 0,00 0,4 |
| | 0,00 0,2 |

| Ka-Index | valore / *valeur* |
|---|---|
| 30 | 1,1 |
| 30 | 30,1 0,75 |
| | 5,1 0,5 |
| | 0,25 |

**Degré de fiabilité = Σ (R)-(1+N, R)(1+Ka, R) (1, 15%)**

| | | |
|---|---|---|
| ELEVATO / *ÉLEVÉ* Index = | ≥ 67 % | dati da sondaggi e testi di laboratorio eseguiti al fronti di questo progetto / *dépendent des dati dei siti e reports n° sondaggi / longitudes trate in galleria* ≥ 0,50 / *données de forage et de laboratoire réalisées pas pour un projet dépendent dirette dos données et report n° / forages / longueur trait galerie* ≥ 0,50 |
| MEDIO / *MOYEN* (affidabilità media / *fiabilité moyenne*) | 34 - 66 % | dati da sondaggi e testi di laboratorio eseguiti per questo progetto, dipendono dai dati dei siti e reports n° sondaggi / *longitudes trate in galleria* 0,50 < 0,85 / *données de forage et de laboratoire exécutées pour un projet, dépendent dirpenno dirette dos données dirette dos données monstrées (siteo rescuperate) / report n° / forages / longueur trait galerie* 0,50 < 0,85 |
| BASSO / *BAS* (affidabilità elevata / *fiabilité elevée*) | ≤ 33 % | dati da sondaggi e testi di laboratorio eseguiti per questo progetto, dipendono dai dati dei siti e reports n° sondaggi / *longitudes trate in galleria* ≥ 0,51 / *données de forage et de laboratoire exécutées pour un projet, dépendent dirpenno dirette dos données dirette dos données monstrées (siteo rescuperate) / report n° / forages / longueur trait galerie* ≥ 0,51 |

1° = ou pas de données

**Legenda dell'interpretazione del grado di affidabilità della previsione geologica (R-Index)**
*Légende de l'interpretation du degré de fiabilité de la prévision géologique (R-Index)*

| Scheda di probabilità / Scale di Probability | |
|---|---|
| 1 | Tito pej probabile / Molto poco probabile |
| 2 | Pau Probable / Poco probabile |
| 3 | Probabile / Fréquent |

| Scheda di gravità / Scale di gravité | | | |
|---|---|---|---|
| Att