



Mit Beteiligung der Europäischen Union aus dem Haushalt der Transeuropäischen Verkehrsnetze finanziertes Vorhaben

Opera finanziata con la partecipazione dell'Unione Europea attraverso il bilancio delle reti di trasporto transeuropee



Ausbau Eisenbahnachse München-Verona

BRENNER BASISTUNNEL

Ausführungsprojekt

Potenziamento Asse Ferroviario Monaco-Verona

GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

Progetto Esecutivo

Sub-Baulos Hauptbauwerke Eisackunterquerung Sublotto di costruzione Opere Principali Sottoattraversamento Isarco

Fachbereich				Settore						
06 - Bauwerksplanung				06 – Progettazione delle Opere						
Dokumentenart				Tema						
Monitoring				Monitoraggio						
Dokumentenart				Tipo documento						
Fachbericht				Relazione specialistica						
Titel				Titolo						
Bericht Externes Monitoring (Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)				Relazione monitoraggio esterno (misurazione deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)						
Ausführende Unternehmen / Imprese esecutrici 		Beauftragte / Mandataria: 		Bearbeitung des Dokuments / Elaborazione del documento 		Datum/Data 				
Auftraggeber / Mandanti: 		Beauftragte / Mandataria: 		Bearbeitet / Elaborato 14.01.2016		E. Coluzzi				
Koordinierende Planung / Coordinamento progettazione 		Planer / Progettista: 		Geprüft / Verificato 14.01.2016		D. Bonadies				
Ergänzung fachmännische Dienstleistungen / Integrazione prestazioni specialistiche (Dott. Ing. Dino Bonadies) 		Auftraggeber / Mandataria: 		Freigegeben / Autorizzato 14.01.2016		N. Meistro				
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO – BRENNER BASISTUNNEL BBT SE				Gesehen BBT / Visto BBT_RUP		A. Lombardi				
Projekt-kilometer / Progressiva di progetto von / da 54+015 bis / a 56+100 bei / al				Bau- kilometer / Chilometro opera von / da bis / a bei / al						
Status Dokument / Stato documento				-						
Staat	Los	Einheit	Nummer	Fachbereich	Thema	ID Numm.	Vertrag	Nummer	Dok.art	Revision
Stato	Lotto	Unità	Numero	Settore	Tema	Num. ID	Contratto	Codice	Tipo doc.	Revisione
02	H71	AF	002	06	08	002.00	B0115	00642	RT5	03

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

**Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione			
Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
03	Anmerkungen BBT vom 15.12.2015 Osservazioni BBT del 15.12.2015	E. Coluzzi	14.01.2016
02	Anmerkungen BBT Osservazioni BBT	E. Coluzzi	14.12.2015
01	Aktualisierung Aggiornamento	E. Coluzzi	06.08.2015
00	Erstversion Prima Versione	E. Coluzzi	31.07.2015

1	EINLEITUNG	
1	INTRODUZIONE	10
2	ALLGEMEINE EINORDNUNG	
2	INQUADRAMENTO GENERALE	12
2.1	DAS BAULOS "EISACKUNTERQUERUNG"	
2.1	IL LOTTO DI COSTRUZIONE "SOTTOATTRA-VERSAMENTO ISARCO"	12
2.1.1	BAUWERKE ZUM SUB-BAULOS "VORBEREITUNGS-MAßNAHMEN EISACKUNTERQUERUNG"	
2.1.1	OPERE DEL SUBLOTTO "OPERE PROPEDEUTICHE SOTTOATTRAVERSAMENTO ISARCO"	12
2.2	BAUWERKE DES SUB-BAULOSES "HAUPTWERKE EISACKUNTERQUERUNG"	
2.2	OPERE DEL SUBLOTTO "OPERE PRINCIPALI SOTTOATTRAVERSAMENTO ISARCO"	13
2.3	BAUWERKE DES SUB-BAULOSES „HAUPTWERKE EISACKUNTERQUERUNG“, DIE NICHT BESTANDTEIL DER PLANUNG SIND	
2.3	OPERE DEL SUBLOTTO "OPERE PRINCIPALI SOTTOATTRAVERSAMENTO ISARCO" NON OGGETTO DI PROGETTAZIONE	17
3		
3	PRINCIPI DEL PROGETTO	18
4		
4	RELAZIONE DI SINTESI	19
5		
5	RIFERIMENTI	21
6		
6	DESCRIZIONE RIASSUNTIVA DEL PROGETTO	25
6.1		
6.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	25
6.2		
6.2	METODO DI COSTRUZIONE E SVOLGIMENTO LAVORI DELLE GALLERIE ARTIFICIALI	25
6.3		
6.3	METODO DI COSTRUZIONE E SVOLGIMENTO LAVORI DELLE GALLERIE IN NATURALE	27
7		
7	GENERALITÀ DEL PIANO DI MONITORAGGIO	30
7.1		
7.1	MISURAZIONI GEOTECNICHE E DI CONTROLLO IN SUPERFICIE	30
7.2		
7.2	VIBRAZIONI NELLA FASE DI COSTRUZIONE	31
7.3		

7.3	SOTTOSUOLO	31
8		
8	MISURAZIONI GEOTECNICHE E MONITORAGGIO INFRASTRUTTURE INTERFERITE	33
8.1		
8.1	GENERALITÀ.....	33
8.1.1		
8.1.1	MISURAZIONI GEOTECNICHE.....	33
8.1.2		
8.1.2	MONITORAGGIO INFRASTRUTTURE INTERFERITE	34
8.1.3		
8.1.3	DOCUMENTI.....	35
8.2		
8.2	APPARECCHIATURE DI MISURAZIONE.....	36
8.2.1		
8.2.1	ZONE DI MISURA	36
8.2.1.1		
8.2.1.1	SEZIONI DI ATTACCO, SCARPATE, OPERE TERZE, INFRASTRUTTURE.....	36
8.2.1.2		
8.2.1.2	SCAVI PER L'ESECUZIONE DELLE GALLERIE ARTIFICIALI	39
8.2.1.3		
8.2.1.3	SCAVI PER L'ESECUZIONE DEI POZZI.....	40
8.2.1.4		
8.2.1.4	OPERE IN GALLERIA (GALLERIE IN ARTIFICIALE E POZZI).....	43
8.2.1.5		
8.2.1.5	INTEGRAZIONE MONITORAGGIO LINEA FERROVIARIA	44
8.2.2		
8.2.2	PROGRAMMA DI MISURAZIONE E SEZIONI DI RILEVAMENTO	45
8.2.2.1		
8.2.2.1	PROGRAMMA DI MISURAZIONE	45
8.2.2.2		
8.2.2.2	GESTIONE DELLE CRITICITA'	45
8.2.2.3		
8.2.2.3	STRUTTURA E POSIZIONE DELLE SEZIONI DI RILEVAMENTO	46
8.2.2.4		
8.2.2.4	APPARECCHI DI MISURAZIONE.....	51

8.2.2.5	
8.2.2.5	MANUTENZIONE DEGLI APPARECCHI DI MISURAZIONE 73
8.3	
8.3	FREQUENZA DI MISURAZIONE 74
8.3.1	
8.3.1	SEZIONI DI ATTACCO, SCARPATE, OPERE TERZE, INFRASTRUTTURE..... 74
8.3.2	
8.3.2	SCAVI PER L'ESECUZIONE DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E POZZI 75
8.3.3	
8.3.3	OPERE IN GALLERIA ARTIFICIALE E POZZI 75
8.4	
8.4	ACQUISIZIONE, TRASMISSIONE, GESTIONE E ARCHIVIAZIONE DATI 76
8.4.1	
8.4.1	GENERALITÀ..... 76
8.4.2	
8.4.2	STRUTTURA DEL SISTEMA 76
8.4.2.1	
8.4.2.1	REQUISITI 76
8.4.2.2	
8.4.2.2	PUNTI DI MISURAZIONE 77
8.4.2.3	
8.4.2.3	SCATOLE DI DERIVAZIONE 78
8.4.2.4	
8.4.2.4	UNITA' DI ACQUISIZIONE DATI 78
8.4.2.5	
8.4.2.5	GESTIONE DATI..... 78
8.4.2.6	
8.4.2.6	ARCHIVIAZIONE DATI 79
8.4.2.7	
8.4.2.7	GESTIONE DEL SISTEMA 79
8.5	
8.5	VALUTAZIONE, INTERPRETAZIONE E PRESENTAZIONI DEI DATI..... 80
8.6	
8.6	RUOLI E FLUSSO DELLE INFORMAZIONI 85
8.7	

8.7	MONITORAGGIO DELLA LINEA STORICA DI RFI	89
8.7.1		
8.7.1	DOCUMENTI DI BASE	90
8.7.2		
8.7.2	PARAMETRI	90
8.7.3		
8.7.3	SOGLIE ED INTERVENTI	92
8.7.3.1		
8.7.3.1	DEFINIZIONE	92
8.7.3.2		
8.7.3.2	INTERVENTI NEL CASO DI SUPERAMENTO DELLE SOGLIE	95
8.8		
8.8	MONITORAGGIO AUTOSTRADA DEL BRENNERO A22	98
8.8.1		
8.8.1	DOCUMENTI DI BASE	98
8.8.2		
8.8.2	CONDIZIONI DI FATTO DELL'A22	99
8.8.3		
8.8.3	PARAMETRI	100
8.8.3.1		
8.8.3.1	REQUISITI MINIMI PER I RACCORDI VERTICALI	100
8.8.3.2		
8.8.3.2	CRITERI PER LA DISTORSIONE ANGOLARE	101
8.8.4		
8.8.4	SOGLIE ED INTERVENTI	102
8.8.4.1		
8.8.4.1	DEFINIZIONE DELLE SOGLIE	102
8.8.4.2		
8.8.4.2	INTERVENTI NEL CASO DI SUPERAMENTO DELLE SOGLIE	104
8.8.5		
8.8.5	FREQUENZA DEI RILEVAMENTI	107
8.8.6		
8.8.6	RESTITUZIONE DEI DATI	110
8.8.7		

8.8.7	VALORI DI SOGLIA STRUMENTALI	111
8.8.8		
8.8.8	COMPETENZE	116
9		
9	VIBRAZIONI	118
9.1		
9.1	PREMESSA	118
9.2		
9.2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	119
9.2.1		
9.2.1	SONO STATE UTILIZZATE LE SEGUENTI NORME	119
9.3		
9.3	METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO	122
9.4		
9.4	ESECUZIONE DEI MONITORAGGI	127
9.4.1		
9.4.1	MONITORAGGIO ANTE OPERAM.....	127
9.4.1.1		
9.4.1.1	FINALITA'	127
9.4.1.2		
9.4.1.2	RILEVAMENTI	127
9.4.2		
9.4.2	MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA	134
9.4.3		
9.4.3	MONITORAGGIO POST OPERAM.....	142
9.5		
9.5	SVOLGIMENTO	142
9.5.1		
9.5.1	ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE	142
9.5.2		
9.5.2	DURATA DEI RILEVAMENTI	143
9.5.3		
9.5.3	RESTITUZIONE DEI DATI	143
9.5.4		

9.5.4	COMPETENZE	144
10		
10	SOTTOSUOLO	147
10.1		
10.1	PREMESSA	147
10.2		
10.2	RIFERIMENTI NORMATIVI E DOCUMENTI.....	147
10.2.1		
10.2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	147
10.3		
10.3	METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO	148
10.3.1		
10.3.1	RISCHI E FENOMENI ESTERNI, GEOGENI.....	148
10.3.2		
10.3.2	RISCHI E FENOMENI DOVUTI ALL'ATTIVITÀ LAVORATIVA	150
10.4		
10.4	PARAMETRI DA MONITORARE	150
10.5		
10.5	ESECUZIONE DEI MONITORAGGI	151
10.5.1		
10.5.1	MONITORAGGIO ANTE OPERAM.....	151
10.5.1.1		
10.5.1.1	RISCHI E FENOMENI ESTERNI, GEOGENI.....	152
10.5.1.2		
10.5.1.2	RISCHI E FENOMENI DOVUTI ALL'ATTIVITÀ DI CANTIERE	152
10.5.2		
10.5.2	MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA	163
10.5.3		
10.5.3	RISCHI E FENOMENI ESTERNI, GEOGENI	163
10.5.3.1		
10.5.3.1	RISCHI E FENOMENI DOVUTI ALL'ATTIVITÀ LAVORATIVA	163
10.5.4		
10.5.4	MONITORAGGIO POST OPERAM.....	163
10.6		
10.6	SVOLGIMENTO	164

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni
deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

10.6.1	
10.6.1	FREQUENZA DEI RILEVAMENTI 164
10.6.2	
10.6.2	RESTITUZIONE DEI DATI 165
10.6.3	
10.6.3	COMPETENZE 165
11	
11	FIUME ISARCO 167
11.1	
11.1	MONITORAGGIO DELLE PIENE 167
11.1.1	
11.1.1	IDROMETROGRAFO AUTOMATICO 168
11.1.2	
11.1.2	UNITÀ DI ACQUISIZIONE DATI IDROMETRO AUTOMATICO 169
11.2	
11.2	STAZIONE METEO 171
11.3	
11.3	FREQUENZA DEI RILEVAMENTI 172
11.4	
11.4	VALORI DI SOGLIA STRUMENTALI 173
12	
12	ALLEGATO 174

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

1 EINLEITUNG

Das Baulos "Eisackunterquerung" bildet den südlichsten Teil des Brenner Basistunnels vor der Einfahrt in den Bahnhof Franzensfeste und liegt ca. 1 km nördlich von Franzensfeste, in der Ortschaft Oberau in der Provinz Bozen.

Das Baulos umfasst im Wesentlichen die unterirdischen Rohbauarbeiten und die Außenarbeiten, welche im Arbeitsplan 2010 und nachfolgenden Aktualisierungen des Brenner Basistunnels angegeben sind.

Die geplanten Arbeiten bilden daher "ein nicht funktionstechnisches Baulos", das zum Gesamtprojekt Brenner-Basistunnel angehört.

Die Projekt- und funktionalen Anforderungen der geplanten Bauwerke entsprechen jenen des Einreichprojektes des Brenner Basistunnels, das von den zuständigen Behörden genehmigt worden ist.

Die geplanten Bauwerke umfassen ferner die im Zuge der diversen Genehmigungsverfahren erteilten Auflagen, die Optimierungen, die detaillierte Beschreibung der im Rahmen der grenzüberschreitenden Regelplanung erarbeiteten Standards sowie die Ergebnisse der im Zeitraum 2010-2011 durchgeführten zusätzlichen Bohrkampagnen und danach im Jahr 2015 der vorbereitenden Maßnahme zur Erstellung des Ausführungsprojekts, mit besonderer Bezugnahme auf die Aktualisierung des hydrogeologischen Modells.

Festgelegte Schnittstellen und Baustandards erlauben die Einbindung von Infrastrukturen und Anlagen der unterschiedlichen Baulose nach dem Brenner-Basistunnel-Arbeitsplan, zu dem das Baulos "Eisackunterquerung" gehört.

Das Baulos "Eisackunterquerung" ist wiederum in die 2 folgenden Sub-Baulose unterteilt:

- Sub-Baulos "Vorbereitungsmaßnahmen Eisack-Unterquerung", wozu der Ausführungsplan erarbeitet worden ist

1 INTRODUZIONE

Il lotto di costruzione "Sottoattraversamento Isarco", costituisce la parte estrema meridionale della Galleria di Base del Brennero prima dell'accesso nella stazione di Fortezza, ed è ubicato ca. 1 Km a nord dell'abitato di Fortezza, in località Prà di Sopra, in Provincia di Bolzano.

Il lotto di costruzione comprende essenzialmente le opere civili grezze in sotterraneo e le opere esterne individuate dal programma lavori 2010 e successivi aggiornamenti della Galleria di Base del Brennero.

Le opere progettate costituiscono pertanto un "lotto costruttivo non funzionale" facente parte del progetto complessivo della Galleria di Base del Brennero.

I requisiti di progetto e funzionali delle opere progettate rispondono a quelli del progetto definitivo della Galleria di Base del Brennero che ha ottenuto l'approvazione da parte delle autorità competenti.

Le opere progettate inoltre recepiscono le prescrizioni impartite nel corso dei diversi iter autorizzativi, le ottimizzazioni e le specificazione di standard elaborati nell'ambito della progettazione guida transfrontaliera, nonché i risultati delle campagne geognostiche integrative effettuate negli anni 2010-2011, e successivamente nel 2015 propedeutica alla predisposizione del progetto esecutivo, con particolare riferimento all'aggiornamento del modello idrogeologico.

Le interfacce e gli standard di costruzione definiti consentono l'integrazione delle infrastrutture e delle dotazioni impiantistiche dei diversi lotti di costruzione previsti dal programma lavori della Galleria di base del Brennero, tra i quali è compreso il lotto di costruzione "Sottoattraversamento Isarco".

Il lotto di costruzione "Sottoattraversamento Isarco" è suddiviso a sua volta nei 2 seguenti sublotti:

- sublotto di costruzione "Opere propedeutiche Sottoattraversamento Isarco", del quale è stato elaborato il progetto esecutivo;

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

**Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni
deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

- Sub-Baulos "Hauptbauwerke Eisackunterquerung", das Gegenstand des vorliegenden Ausführungsplans ist.

- subplotto "Opere principali Sottoattraversamento Isarco" oggetto del presente progetto esecutivo.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

2 ALLGEMEINE EINORDNUNG

2.1 DAS BAULOS "EISACKUNTERQUERUNG"

Die Lage der durch die Arbeiten betroffenen Bereiche sowie die Baulosabgrenzungen können den Projektplänen entnommen werden, auf die hiermit verwiesen wird.

Zur Standortermittlung wird festgehalten, dass die in den Planungsunterlagen verwendete Haupttunnelkilometrierung mit der der Gesamtwerke übereinstimmt, wobei für den Ost-Tunnel (Gleis 1) der Innsbrucker Bahnhof maßgebend ist, während sich die Verbindungstunnelkilometrierungen auf die jeweiligen Entzweigungspunkte der Verbindungstunneltrassen der Haupttunnel beziehen.

2.1.1 BAUWERKE ZUM SUB-BAULOS "VORBEREITUNGS-MAßNAHMEN EISACKUNTERQUERUNG"

Die Bauwerke des Sub-Bauloses "Vorbereitende Bauwerke Eisackunterquerung", die kein Bestandteil des betreffenden Ausführungsprojektes sind, umfassen im Wesentlichen:

- Variante zur Brenner Staatsstraße Nr. 12 von km 490 + 500 bis km 491 + 500, einschl. einer neuen Brücke über dem Weißenbach, wobei die überschrittenen Unterdienststellen verlegt und eine Zufahrt zum Baustellenbereich fertiggestellt werden müssen
- Eisackbrücke
- Brenneisenbahnunterquerung bei km 200 + 400
- Verkehrswege innerhalb der Baustelle

2 INQUADRAMENTO GENERALE

2.1 IL LOTTO DI COSTRUZIONE "SOTTOATTRAVERSAMENTO ISARCO"

L'ubicazione delle aree interessate dai lavori ed i limiti del lotto di costruzione sono rilevabili negli elaborati progettuali ai quali si rimanda.

Ai fini della localizzazione delle opere, si stabilisce che la progressivazione delle gallerie principali utilizzata nei documenti delle progettazioni è quella generale dell'Opera, riferita per la galleria Est (binario dispari) alla stazione di Innsbruck, mentre la progressivazione delle interconnessioni sono riferite al loro punto di sfocco dei tracciati delle interconnessioni da quelle delle gallerie principali.

2.1.1 OPERE DEL SUBLOTTO "OPERE PROPEDEUTICHE SOTTOATTRAVERSAMENTO ISARCO"

Le opere del sublotto "Opere propedeutiche Sottoattraversamento Isarco", le quali non fanno parte del progetto esecutivo in oggetto, consistono essenzialmente in:

- Variante alla S.S.12 del Brennero dal km 490 + 500 al km 491 + 500, compreso un nuovo ponte sul Rio Bianco, con spostamento dei sottoservizi interferiti e realizzazione di un accesso all'area di cantiere;
- Ponte sull'Isarco;
- Sottopasso alla linea ferroviaria del Brennero, al km 200 + 400;
- Viabilità interna di cantiere.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

2.2 BAUWERKE DES SUB-BAULOSES “HAUPTWERKE EISACKUNTERQUERUNG“

Die Arbeiten zum Sub-Baulos “Hauptbauwerke Eisackunterquerung“, welche zum Einreichprojekt gehören, bestehen im Wesentlichen aus:

Haupttunnel

1. Abschnitt

- Ost-Haupttunnel – Gleis 1 – (Abschnitt in bergmännischer Bauweise)
von km 54+015.00 (Los-Anfang) bis km 54+600.67 wovon:
 - von km 54+015.00 bis km 54+465.00 in zweigleisiger bergmännischer Bauweise (Vortrieb und Innenschale)
 - von km 54+465.00 bis km 54+600.67 in zweigleisigem Abzweigtunnel in bergmännischer Bauweise (Vortrieb und Innenschale)
- West-Haupttunnel – Gleis 2 - (Abschnitt in bergmännischer Bauweise) von km 54+042.00 (Los-Anfang) bis km 54+598.85 wovon:
 - von km 54+042.00 bis km 54+440.00 im zweigleisigen Tunnel in bergmännischer Bauweise (Vortrieb und Innenschale)
 - von km 54+440.00 bis km 54+598.85 im zweigleisigen Abzweigtunnel in bergmännischer Bauweise (Vortrieb und Innenschale)

2. Abschnitt (Eisackunterquerung)

- Ost-Haupttunnel – Gleis 1 – (Abschnitt in bergmännischer Bauweise)
von km 54+600.67 bis km 54+700.77 (einschl. Tunnelzutrittschächte) im eingleisigen Tunnel in bergmännischer Bauweise (Vortrieb und Innenschale)
- West-Haupttunnel– Gleis 2 – (Abschnitt in bergmännischer Bauweise)
von km 54+598.85 bis km 54+711.07 (einschl. Tunnelzutrittschächte) im eingleisigen Tunnel in bergmännischer Bauweise (Vortrieb und Innenschale)

2.2 OPERE DEL SUBLOTTO “OPERE PRINCIPALI SOTTOATTRAVERSAMENTO ISARCO”

Le opere del sublotto “Opere principali Sottoattraversamento Isarco“, che fanno parte del progetto esecutivo, consistono essenzialmente in:

Gallerie principali

1° tratto

- Galleria principale est – binario dispari - (tratto in galleria naturale)
da pk 54+015.00 (inizio lotto) a pk 54+600.67 di cui:
 - da pk 54+015.00 a pk 54+465.00 in galleria naturale a doppio binario (scavo e rivestimento definitivo)
 - da pk 54+465.00 a pk 54+600.67 in galleria naturale di diramazione a doppio binario(scavo e rivestimento definitivo)
- Galleria principale ovest – binario pari - (tratto in galleria naturale) da pk 54+042.00 (inizio lotto) a pk 54+598.85 di cui:
 - da pk 54+042.00 a pk 54+440.00 in galleria naturale a doppio binario (scavo e rivestimento definitivo)
 - da pk 54+440.00 a pk 54+598.85 in galleria naturale di diramazione a doppio binario (scavo e rivestimento definitivo)

2° tratto (Attraversamento Fiume Isarco)

- Galleria principale est – binario dispari – (tratto galleria naturale)
da pk 54+600.67 a pk 54+700.77 (compresi pozzi di accesso alle gallerie) in galleria naturale a singolo binario (scavo e rivestimento definitivo)
- Galleria principale ovest – binario pari – (tratto galleria naturale)
da pk 54+598.85 a pk 54+711.07 (compresi pozzi di accesso alle gallerie) in galleria naturale a singolo binario (scavo e rivestimento definitivo)

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

3. Abschnitt

- Ost-Haupttunnel – Gleis 1 - (Abschnitt in bergmännischer Bauweise)
von km 54+700.77 bis km 54+968.00 im eingleisigen Tunnel in bergmännischer Bauweise (Vortrieb und Innenschale)
- West-Haupttunnel- Gleis 2 – (Abschnitt in bergmännischer Bauweise)
von km 54+711.07 bis km 54+889.00 im eingleisigen Tunnel in bergmännischer Bauweise (Vortrieb und Innenschale)

4. Abschnitt

- Ost-Haupttunnel – Gleis 1 - (Abschnitt in offener Bauweise)
von km 54+968.00 bis km 55+060.00 im eingleisigen Tunnel in offener Bauweise (Vortrieb und Rohbau)
- West-Haupttunnel- Gleis 2 – (Abschnitt in offener Bauweise)
von km 54+889.00 bis km 55+018.00 im eingleisigen Tunnel in offener Bauweise (Vortrieb und Rohbau)

5. Abschnitt

- Ost-Haupttunnel – Gleis 1 - (Abschnitt in bergmännischer Bauweise)
von km 55+060.00 bis km 56+100.00 (Los-Ende) wovon:
 - von km 55+060.00 bis km 55+485.00 im eingleisigen Tunnel in bergmännischer Bauweise (Vortrieb und Innenschale)
 - von km 55+485.00 bis km 56+100.00 im zweigleisigen Tunnel in bergmännischer Bauweise (Vortrieb und Innenschale)

3° tratto

- Galleria principale est – binario dispari - (tratto in galleria naturale)
da pk 54+700.77 a pk 54+968.00 in galleria naturale a singolo binario (scavo e rivestimento definitivo)
- Galleria principale ovest - binario pari – (tratto in galleria naturale)
da pk 54+711.07 a pk 54+889.00 in galleria naturale a singolo binario (scavo e rivestimento definitivo)

4° tratto

- Galleria principale est – binario dispari - (tratto in galleria artificiale)
da pk 54+968.00 a pk 55+060.00 in galleria artificiale a singolo binario (scavo e opera grezza)
- Galleria principale ovest - binario pari – (tratto in galleria artificiale)
da pk 54+889.00 a pk 55+018.00 in galleria artificiale a singolo binario (scavo e opera grezza)

5° tratto

- Galleria principale est – binario dispari - (tratto in galleria naturale)
da pk 55+060.00 a pk 56+100.00 (fine lotto) di cui:
 - da pk 55+060.00 a pk 55+485.00 in galleria naturale a singolo binario(scavo e rivestimento definitivo)
 - da pk 55+485.00 a pk 56+100.00 in galleria naturale a doppio binario (scavo e rivestimento definitivo)

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Hinweis: Der Tunnelvortrieb endet im Fels. Portalbauwerke sind nicht Gegenstand dieses Loses.

- West-Haupttunnel – Gleis 2 - (Abschnitt in bergmännischer Bauweise)
von km 55+018.00 bis km 56+190.00 (Los-Ende), davon:
 - von km 55+018.00 bis km 55+549.00 im eingleisigen Tunnel in bergmännischer Bauweise (Vortrieb und Innenschale)
 - von km 55+549.00 bis km 56+190.00 im zweigleisigen Tunnel in bergmännischer Bauweise (Vortrieb und Innenschale)

Hinweis: Der Tunnelvortrieb endet im Fels. Die Portalbauwerke sind nicht Gegenstand dieses Loses.

Verbindungstunnel

- Verbindungstunnel Ost – Gleis 1
“Abzweigabschnitt vom Haupttunnel zum Losende”
von km 1+971.44 (km 54+600.67 Ost-Haupttunnel – Gleis 1) bis km 2+684.41 wovon:
 - von km 1+971.44 bis km 2+069.97 (einschl. Tunnelzutrittschächte) in bergmännischer Bauweise eingleisige Eisackunterquerung (Vortrieb und Innenschale)
 - von km 2+069.97 bis km 2+270.00 im eingleisigen Tunnel in offener Bauweise (Vortrieb und Rohbau)
 - von km 2+270.00 bis km 2+525.00 Eingleisiger Bahnkörper in Wannensbauwerk (Vortrieb und Bauarbeiten)
 - von km 2+525.00 bis km 2+684.41 Bahnkörper in Dammlage / im Einschnitt (Vortrieb und Bauarbeiten)
- West-Verbindungstunnel– Gleis 2
“Abzweigabschnitt vom Haupttunnel zum Los-Ende”
von km 1+693.13 (km 54+598.85 West-Haupttunnel– Gleis 2) bis km 2+550.00 wovon:
 - von km 1+693.13 bis km 1+795.86 (einschl. Tunnelzutrittschächte) in bergmännischer Bauweise eingleisige Eisackunterquerung (Vortrieb und Innenschale)
 - von km 1+795.86 bis km 2+550.00 im eingleisigen Tunnel in bergmännischer Bauweise (Vortrieb und Innenschale)

Avvertenza: Lo scavo della galleria termina in roccia; le opere di portale non sono oggetto del lotto.

- Galleria principale ovest – binario pari - (tratto in galleria naturale)
da pk 55+018.00 a pk 56+190.00 (fine lotto) di cui:
 - da pk 55+018.00 a pk 55+549.00 in galleria naturale a singolo binario (scavo e rivestimento definitivo)
 - da pk 55+549.00 a pk 56+190.00 in galleria naturale a doppio binario (scavo e rivestimento definitivo)

Avvertenza: Lo scavo della galleria termina in roccia; le opere di portale non sono oggetto del lotto.

Interconnessioni

- Interconnessione est – binario dispari
“tratto di diramazione dalla galleria principale fine lotto”
da pk 1+971.44 (pk 54+600.67 Galleria principale est – binario dispari) a pk 2+684.41 di cui:
 - da pk 1+971.44 a pk 2+069.97 (compresi pozzi di accesso alle gallerie) in galleria naturale attraversamento Isarco a singolo binario (scavo e rivestimento definitivo)
 - da pk 2+069.97 a pk 2+270.00 in galleria artificiale a singolo binario (scavo e opera grezza)
 - da pk 2+270.00 a pk 2+525.00 Corpo stradale ferroviario a binario singolo con scavo “a vascone” (scavo e opere civili)
 - da pk 2+525.00 a pk 2+684.41 Corpo stradale ferroviario in rilevato/trincea (scavo e opere civili)
- Interconnessione ovest – binario pari
“tratto di diramazione dalla galleria principale – fine lotto”
da pk 1+693.13 (pk 54+598.85 Galleria principale ovest – binario pari) a pk 2+550.00 di cui:
 - da pk 1+693.13 a pk 1+795.86 (compresi pozzi di accesso alle gallerie) in gallerianaturale attraversamento Isarco a singolo binario (scavo e rivestimento definitivo)
 - da pk 1+795.86 a pk 2+550.00 in galleria naturale a binario singolo (scavo e rivestimento definitivo)

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Hinweis: Der Tunnelvortrieb endet in Fels. Die Portalwerke sind nicht Gegenstand dieses Loses.

Avvertenza: Lo scavo della galleria termina in roccia; le opere di portale non sono oggetto del lotto.

Verlagerung der historischen FS-Eisenbahntrasse

- von km 199+935 ca. bis km 200+900 ca. (Gleis 2) der vorhandenen Eisenbahntrasse Verona Brenner über eine Länge von m 965 ca. (Fertigstellung der neuen Fahrbahnbreite und Rüstung, Inbetriebnahme).

Spostamento linea storica FS

- da pk 199+935 ca. a pk 200+900 ca. (binario pari) della linea ferroviaria esistente Verona Brennero, per una lunghezza di m 965 ca. (realizzazione della nuova sede ferroviaria e attrezzaggio, messa in esercizio).

Klein- und Nebenbauwerke

Dieses Baulos umfaßt die folgenden Kleinbauwerke:

- Schächte und Notausgänge (Vortrieb und Innenschale).
- Querverbindungsgänge (Vortrieb und Innenschale)
- zusätzliche Bauwerke am Abschnitt der verlagerten FS-Eisenbahnstrecke
- Sicherheitsmaßnahmen gegen Steinschlag über der historischen Eisenbahntrasse von ca. km 199+000 bis ca. km 200+265
- Umwelt-Instandsetzungsmaßnahmen und endgültige Bereinigung des Eisack-Flusses sowie der durch die Arbeiten betroffenen Bereiche.
- Zufahrtsstraßen zum Rettungsplatz beim Verbindungsportal 2 bis km 0+275 ca.

Opere minori e accessorie

Sono comprese nel lotto di costruzione le seguenti opere minori:

- pozzi e uscite di emergenza (scavo e rivestimento definitivo)
- cunicoli trasversali di collegamento (scavo e rivestimento definitivo)
- opere complementari in corrispondenza del tratto di linea FS spostata
- interventi di messa in sicurezza contro la caduta massi sopra la linea storica da ca. km 199+000 a ca. km 200+265
- interventi di ripristino ambientale e sistemazione finale del fiume Isarco e delle aree interessate dai lavori
- viabilità di accesso alla zona di soccorso presso il portale interconnessione pari fino alla pk 0+275 ca.

Weiterer Bestandteil des Sub-Baulosprojektes ist die Fertigstellung aller Nebenarbeiten bzw. solcher von kleinem Umfang, welche im betreffenden Bereich der Maßnahmen liegen, deren Ausführung sich zur vollständigen Werkfertigstellung als erforderlich und/oder zweckmäßig erweist.

Costituiscono inoltre parte integrante del progetto del sublotto di costruzione, la realizzazione di tutte le opere accessorie e di piccole dimensioni che ricadono nel tratto oggetto dell'intervento, la cui realizzazione risulta necessaria e/o funzionale alla compiuta esecuzione delle opere.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

2.3 BAUWERKE DES SUB-BAULOSES „HAUPTWERKE EISACKUNTERQUERUNG“, DIE NICHT BESTANDTEIL DER PLANUNG SIND

Die folgenden Bauwerke und Anlagen sind in vorliegender Planung nicht enthalten:

- **Bahnanlagen** zur Versorgung der Haupttunnel und der Verbindungstunnel, im Wesentlichen bestehend aus:
 - Fahrbahn
 - Erschütterungsschutzmaßnahmen
 - Anlagen für das Bahnstromsystem und die Energieversorgung
 - Fernmelde- und Überwachungssysteme
 - Steuerungs- und Sicherungssysteme
 - Maschinentechnische Anlagen (wie im Einreichprojekt 2008 angegeben)
 - Anlage zur Überwachung der Baustelle und der Positionierung der Personen.
- **Portalbauwerke der beiden Haupttunnel Ost und West** (Gleis 1 und 2) und die ersten Strecken dieser Tunnel laut den zuvor festgelegten Los-Begrenzungen.
- **Portalbauwerke des Verbindungstunnels Gleis 2** und der erste Abschnitt dieses Tunnels laut zuvor festgelegter Los-Begrenzung.
- **Bauwerke am Verbindungsportal Gleis 1** und die zugehörigen Zufahrtsstraßen von km 0+275 ca. bis km 0+400 ca. und am Rückhaltebecken Holer Graben.
- Bauwerke in bezug auf den **Bahnhofsbereich von Franzensfeste**.
- **Rückhaltebecken Holer Graben und Hohewand** mit zugehörigen Zufahrtsstraßen.

2.3 OPERE DEL SUBLOTTO “OPERE PRINCIPALI SOTTOATTRAVERSAMENTO ISARCO” NON OGGETTO DI PROGETTAZIONE

Le seguenti opere ed impianti sono escluse dalla presente progettazione:

- **Impianti ferroviari** a servizio delle gallerie principali e delle interconnessioni costituiti essenzialmente da:
 - sovrastruttura
 - interventi per la mitigazione dalle vibrazioni
 - impianti di trazione elettrica e approvvigionamento energetico
 - sistemi di telecomunicazione e sorveglianza
 - sistemi di comando/controllo
 - impianti meccanici (come definiti nel progetto definitivo 2008)
 - impianto di sorveglianza cantiere e localizzazione delle persone.
- **Opere di portale delle due gallerie principali est ed ovest** (binari dispari e pari) e i tratti iniziali delle medesime gallerie, secondo i limiti di lotto precedentemente definiti.
- **Opere di portale della galleria d'interconnessione pari** ed il tratto iniziale della medesima galleria, secondo il limite di lotto precedentemente definito.
- **Opere presso il portale d'interconnessione pari** e la relativa viabilità di accesso dalla pk 0+275 ca. alla pk 0+400 ca. ed al Bacino di ritenuta Holer Graben.
- Opere riferite all'ambito della **stazione di Fortezza**.
- **Bacini di ritenuta Holer Graben e Hohewand** e la relativa viabilità di accesso.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

3

3 PRINCIPI DEL PROGETTO

Il Piano di Monitoraggio Esterno ha come obiettivo la valutazione di eventuali effetti indotti dalle lavorazioni necessarie alla realizzazione dell'opera del lotto „Sottoattraversamento Isarco“ su edifici, infrastrutture ed opere presenti nella zona di influenza, nonché la prevenzione di incidenti alle maestranze coinvolte nei lavori. I concetti di Hazard and Risk Assessment sono alla base del sistema previsto.

Nel documento vengono descritti i sistemi di monitoraggio per il controllo di:

- piattaforma ferroviaria Linea Storica (LS) durante i lavori per il suo spostamento;
- piattaforma ferroviaria (LS) sul nuovo tracciato (LS Spostata);
- autostrada A22 e aree ad essa adiacenti (strada statale, infrastrutture minori);
- opere interferenti con la linea ferroviaria ed aree ad essa adiacenti;
- pendici in destra idrografica del fiume Isarco, immediatamente insistenti sulla Linea Storica, sia durante i lavori che nella fase post operam.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

4

4 RELAZIONE DI SINTESI

Nell'ambito della progettazione di un'opera come quella in progetto (tunnel di base nel lotto di costruzione in oggetto, "Sottoattraversamento Isarco"), assume particolare rilievo la pianificazione degli interventi necessari all'esecuzione del monitoraggio di superficie, in considerazione dei problemi specifici del progetto relativi a:

- esecuzione di lavori speciali di fondazione
- esecuzione di scavi profondi finalizzati alla realizzazione di gallerie e pozzi,
- realizzazione di gallerie e pozzi,
- realizzazione della nuova linea ferroviaria,
- interferenze tra le lavorazioni necessarie alla realizzazione del lotto e le opere ed infrastrutture interferenti,
- rischio idraulico,
- rischi e fenomeni esterni, geogeni.

Con specifico riferimento alle problematiche sopraesposte ed alla valutazione e controllo dei rischi e fenomeni dovuti all'esercizio del cantiere (possibili cedimenti, instabilità ed erosione di scarpate, movimenti di versante), i temi trattati nell'elaborato sono:

- misurazioni geotecnico-strutturali,
- rilevamenti di controllo in superficie,
- misurazioni di vibrazioni dovute alle attività di cantiere,
- misurazioni idrometeo.

Il Piano di monitoraggio prevede sistemi di misura ad acquisizione automatica e manuale, utilizzando il più possibile il primo sistema, che permette di eseguire letture anche in continuo evitando sia l'errore umano che l'esposizione ai rischi sul lavoro degli addetti. Nel dettaglio si prevede l'acquisizione automatica dei dati per le seguenti reti strumentali:

- Geodetica (prismi/target riflettenti),

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

- Geotecnica (fibre ottiche, inclinometri, piezometri, estensimetri),
- Strutturale (celle di carico, accelerometri, inclinometri),
- Idrometeo (stazione idrometrica e meteorologica).

Il sistema è integrato con rilievi manuali:

- misure inclinometriche,
- misure piezometriche,
- misure geodetiche.

Rilievi manuali sono altresì previsti laddove non sia possibile l'automazione delle misure per condizionamenti ambientali (ad esempio l'assenza di intervisibilità tra punti di misura e punti di controllo) o in transitorio con lo sviluppo delle fasi lavorative.

Il Piano di monitoraggio, anche in considerazione della mole di dati gestiti, prevede una trasmissione automatica dei dati dalle Unità di Acquisizione Dati in sito (ubicata in prossimità degli strumenti) ed un centro di calcolo remoto. I dati vengono archiviati in un DataBase ed elaborati per la consultazione mediante un software specifico di gestione. Il DB archivia le misure sia nel formato nativo dei dati grezzi, che nelle successive elaborazioni in unità ingegneristica. Il software è implementato con funzionalità per l'attivazione, anche automatica, di procedure di allertamento ed allarme (simili funzionalità sono supportate anche dalle Unità di Acquisizione Dati locali, che permettono quindi la possibilità di gestione di procedure di allerta su diversi livelli). Il sistema gestirà in automatico il flusso documentale di dati ed elaborazioni verso il software 2doc di BBT.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

5

5 RIFERIMENTI

La presente relazione sul monitoraggio esterno è stata redatta in riferimento e ricezione dei seguenti elaborati e documenti:

Piano di monitoraggio ambientale del progetto definitivo 2008

Relazione del progetto di monitoraggio ambientale del progetto esecutivo 2012, delle "Opere propedeutiche, Zona sottoattraversamento dell'Isarco"

Relazione Progetto di monitoraggio ambientale

02-H71-AF-002-13-01-001.00-B0115-00900-RT1

Relazioni geologica

02-H71-AF-002-03-01-001.01-B0115-00619-RT3

Relazione idrogeologica

02-H71-AF-002-03-01-001.06-B0115-04063-RT3

Relazione geotecnica

02-H71-AF-002-03-01-002.00-B0115-01011-RT3

Relazione Prognosi delle vibrazioni del progetto definitivo 2008

Valutazione sensibilità ai cedimenti

02-H71-AF-002-03-01-004.00-B0115-00621-RT5

Documento di verifica di ottemperanza

02-H71-AF-002-01-01-003.00-B0115-00595-RT1

Descrizione del software di monitoraggio della BBT SE

Sono parte integrante della presente relazione i seguenti elaborati relativi al monitoraggio geotecnico all'aperto:

Monitoraggio geotecnico all'aperto – Zona d'ingresso Nord

02-H71-AF-002-06-08-080.00-B0115-00630-1A8

Monitoraggio geotecnico all'aperto – Zona d'ingresso Sud

02-H71-AF-002-06-08-081.00-B0115-00631-1A8

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

Monitoraggio geotecnico all'aperto – Planimetria e sezioni Tav. 1

02-H71-AF-002-06-08-082.01-B0115-00632-1Z0

Monitoraggio geotecnico all'aperto – Planimetria e sezioni Tav. 2

02-H71-AF-002-06-08-082.02-B0115-00633-1Z0

Monitoraggio geotecnico all'aperto – Linea storica esistente – Tav. 1

02-H71-AF-002-06-08-083.01-B0115-00634-1A8

Monitoraggio geotecnico all'aperto – Linea storica esistente – Tav. 2

02-H71-AF-002-06-08-083.02-B0115-00635-1A8

Monitoraggio geotecnico all'aperto – Linea storica spostata – Tav. 1

02-H71-AF-002-06-08-084.01-B0115-00636-1A8

Monitoraggio geotecnico all'aperto – Linea storica spostata – Tav. 2

02-H71-AF-002-06-08-084.02-B0115-00637-1A8

Monitoraggio geotecnico all'aperto – Particolari costruttivi

02-H71-AF-002-06-08-087.00-B0115-00640-5B4

Monitoraggio geotecnico all'aperto – Sez. 14

02-H71-AF-002-06-08-088.01-B0115-04083-3A9

Monitoraggio geotecnico all'aperto – Sez. 17

02-H71-AF-002-06-08-088.02-B0115-04084-3A9

Monitoraggio geotecnico all'aperto – Sez. 26

02-H71-AF-002-06-08-088.03-B0115-04085-3A9

Monitoraggio geotecnico all'aperto – Pozzi

02-H71-AF-002-06-08-089.00-B0115-04086-1A8

Programma di monitoraggio Idraulico e Metereologico

02-H71-AF-002-06-08-090.00-B0115-04087-1A9

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

Monitoraggio geotecnico all'aperto – Monitoraggio vibrazioni edifici

02-H71-AF-002-06-08-091.00-B0115-04088-1A7

Monitoraggio geotecnico all'aperto – Particolare costruttivo galleria naturale

02-H71-AF-002-06-08-092.00-B0115-04108-5Z0

Monitoraggio geotecnico all'aperto – Monitoraggio piezometrico

02-H71-AF-002-06-08-093.00-B0115-04109-1A6

Per la redazione della presente relazione sono stati utilizzati inoltre i seguenti dati di base:

Decreti, norme e linea guida

- DM 14.01.2008, Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008) e Circolare 2 febbraio 2009, n. 617: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema "Infrastruttura" del sistema ferroviario transeuropeo convenzionale, 2014/1299/EU del 18 novembre 2014
- UNI-EN-13848 1 e 5
- Istruzione tecnica di RFI „Standard di qualità geometrica del binario con velocità fino a 300 km/h” RFI TCAR ST AR 01 001 C del 20.6.2007
- Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade; Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Roma, 5.11.2001
- Tariffa dei Prezzi, Indagini Geognostiche e Prove Geotecniche, RFI, Rete Ferroviaria Italiana, 2012
- Suggested Methods for Monitoring Rock Movements using Borehole Extensometers, ISRM, 1978

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

- Raccomandazioni AGI, Associazione Geotecnica Italiana, sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, 1977

Prescrizioni

Tutte le prescrizioni, requisiti di legge, delibere, elaborati grafici, tabelle, riferimenti ad altri documenti, etc., contenuti nelle relazioni sopra nominate, sono rilevanti per il Monitoraggio Esterno, e sono pertanto da considerare nella loro totalità nella realizzazione delle opere.

Questo vale anche per le prescrizioni delle delibere dai provvedimenti autorizzativi seguenti. Questi provvedimenti non vengono esposti, nella loro totalità, nel presente elaborato, bensì, singolarmente, per tutti i settori specialistici, nella "Relazione di ottemperanza delle prescrizioni CIPE – Autorizzazione Progetto Definitivo":

- La Delibera di approvazione CIPE n. 071/2009 del 31.07.2009, che approva il progetto definitivo della Galleria di Base del Brennero – parte italiana, pubblicata nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 29 in data 05.02.2010
- La Delibera della Giunta Provinciale della Provincia Autonoma di Bolzano n. 2635 del 21.07.2008, che approva l'intero progetto definitivo del tunnel di base, parte italiana

Nel presente caso, ciò riguarda soltanto la prescrizione CIPE nr. 21 e la prescrizione nr. g 12 della Giunta Provinciale, che fanno riferimento a vibrazioni e suoni secondari sull'edificio EI2, a Mezzaselva, nelle immediate vicinanze del Rio Bianco, all'inizio del lotto di costruzione.

6

6 DESCRIZIONE RIASSUNTIVA DEL PROGETTO

6.1

6.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Entrambi i pendii montuosi nella sezione della valle tra Mezzaselva e Fortezza, fanno parte del Massiccio del granito di Bressanone. Nella zona del fondovalle, il substrato roccioso è coperto da depositi quaternari molto potenti (fino ad oltre 100 m di spessore).

Prevalentemente sono presenti depositi di debris flow dagli affluenti laterali ed alluvionali dell'Isarco. Ai margini esse si interdigitano a detriti di versante.

Localmente sono stati rilevati blocchi fino a 2,5 m di diametro.

Nei depositi alluvionali del fondovalle e nei conoidi di debris flow situati ai lati, vi è un acquifero di falda che, almeno a tratti, è in contatto idraulico con l'Isarco. Il grande acquifero poroso presenta una corrente di flusso parallela all'Isarco.

Nella zona dell'attraversamento dell'Isarco, le opere in sotterraneo in progetto attraversano roccia sciolta sotto falda.

6.2

6.2 METODO DI COSTRUZIONE E SVOLGIMENTO LAVORI DELLE GALLERIE ARTIFICIALI

Le sezioni che si sviluppano in materiale sciolto vengono realizzate per una parte della tratta del suo sviluppo in galleria artificiale, nella zona del fondovalle valle solcata dal fiume.

In riferimento alla sezione trasversale, la realizzazione delle sezioni di galleria artificiale e per i pozzi propedeutici alla realizzazione delle gallerie di sotto attraversamento del fiume Isarco vengono realizzate con la tecnica della sottomurazione esplicitata con segue nelle seguenti fasi:

Gallerie Artificiali

- Realizzazione del jet grouting laterale e di sottofondo per il sostegno e l'impermeabilizzazione degli scavi.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- Scavo a profondità -2.5 m dal piano campagna.
- Realizzazione del primo tratto di contro-parete di sottomurazione in calcestruzzo di altezza 2,5 m.
- Installazione del primo ordine di puntoni di contrasto a profondità -5,0 m dal piano campagna.
- Installazione del secondo ordine di puntoni di contrasto, a profondità -7,5 m dal piano campagna.
- Installazione del terzo ordine di puntoni di contrasto, a profondità -12,5 m dal piano campagna o fino all'altezza massima di scavo
- Realizzazione della soletta di base in calcestruzzo.
- Rimozione del terzo ordine di puntoni di (e di tutti gli ordini di puntoni interferenti con la struttura finale), a profondità -12,5 m dal piano campagna.

Pozzi per la realizzazione delle gallerie di sottoattraversamento

- Realizzazione del jet grouting laterale e di sottofondo per il sostegno e l'impermeabilizzazione degli scavi.
- Scavo a profondità -2.5 m dal piano campagna.
- Realizzazione del primo tratto di contro-parete di sottomurazione in calcestruzzo di altezza 2,5 m.
- Installazione del primo ordine di puntoni di contrasto a profondità -5,0 m dal piano campagna.
- Installazione del secondo ordine di puntoni di contrasto, a profondità -7,5 m dal piano campagna.
- Installazione dei successivi ordini di puntoni temporanei di contrasto fino al raggiungimento dell'altezza massima di scavo

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- Realizzazione della soletta di base in calcestruzzo.
- Rimozione degli ordini di puntoni provvisori interferenti con le strutture definitive e le lavorazioni propedeutiche all'attacco e al consolidamento per la tratta in naturale del sotto attraversamento.

6.3

6.3 METODO DI COSTRUZIONE E SVOLGIMENTO LAVORI DELLE GALLERIE IN NATURALE

I metodi di costruzione nella zona a Nord del Fiume Isarco (area del Rio Bianco), prevedono l'avanzamento in roccia compatta, in roccia alterata (zona di faglia) e terreno sciolto.

Lo scavo avviene a piena sezione secondo i principi del ADECO-RS

Nella roccia compatta i metodi di sostegno tipicamente utilizzati sono spritz-beton, bulloni ad ancoraggio continuo, centine in acciaio e reti elettrosaldate (o fibre metalliche aggiunte nello spritz-beton nella quantità minima di 30 Kg/m³).

Nella zona di faglia (roccia alterata – damage zone) si introducono dei presostegni al contorno costituiti da tubi metallici cementati lunghi 15.00 m disposti suborizzontali in avanzamento ad ombrello (sezione di scavo tronco conica). Nel caso di ammasso roccioso disgregato (core zone) si realizzano anche degli interventi di preconsolidamento del nucleo di scavo mediante elementi strutturali in VTR cementati.

Il tratto di galleria nel detrito sciolto lo scavo avviene con escavatore a benna rovescia, o ripper in funzione del grado di addensamento-consolidamento del terreno, con due tipologie di preconsolidamento del terreno:

- Consolidamento in avanzamento
- Consolidamento dall'alto

In entrambi i casi lo scavo avviene in condizioni di "idrostaticismo", ossia non si prevede l'abbassamento preventivo della falda.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Il consolidamento in avanzamento avviene mediante interventi in jet-grouting più iniezioni con tubi valvolati in calotta, solo iniezioni valvolate in arco rovescio, e tampone sul fronte realizzato mediante iniezioni con tubi valvolati, alcuni dei quali (50%) armati con elementi strutturali in VTR del tipo a "tre piatti", così da fornire anche un sostegno strutturale alla parete di scavo, oltre a favore l'"aggrappo" allo spritz-beton applicato sul fronte a fine campo d'avanzamento ed ad ogni sfondo.

Tutte le perforazioni saranno eseguite mediante l'utilizzo di "Preventer" ancorati al tampone in spritz-beton armato (rete metallica o fibrorinforzato) sul fronte di scavo.

Il consolidamento dall'alto avviene nel settore con coperture inferiori (tra 10 e 18 m), mediante trattamenti colonnari in Jet-Grouting realizzati con metodologia a bi-fluido (aria + miscela cementizia), con diametri nominali di 1500 mm.

Viene realizzato un arco di consolidamento al contorno della sagoma di scavo con spessori compresi tra 3.0 e 4.0 m per la calotta ed i fianchi, e 3.5 e 4.5 m per l'arco rovescio.

Per consentire inoltre lo scavo sotto falda, lo scavo viene compartimentato ogni 15.00 m circa mediante la realizzazione di un setto trasversale. Prima di ogni campo d'avanzamento (15.00 m) vengono realizzati sul fronte di scavo tre predrenaggi, con lo scopo di svuotare il nucleo di scavo, e verificare la "tenuta" dei trattamenti di consolidamento. Infatti lo scavo potrà avvenire solo dopo che le portate d'acqua dai dreni saranno esaurite o stabilizzate su portate estremamente ridotte.

Nella sezione del tracciato in oggetto, a nord di Fortezza, tra le località Prà di Sopra e Mezzaselva, il tracciato della galleria in progetto sotto attraversa il Fiume Isarco con ricoprimenti ridotti (minimo 3.00 m in corrispondenza dell'interconnessione disparti, massimo 7.12 m Binario Pari).

La realizzazione in artificiale di questo tratto comporterebbe lo spostamento del Fiume Isarco. Per limitare al minimo l'impatto ambientale dell'opera soprattutto nella fase di costruzione, si è deciso di procedere alla realizzazione di questo tratto con

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

galleria naturali (scavo a foro cieco), protette al contorno con interventi preconsolidamento del terreno con iniezioni cementizie e con il sistema del congelamento del terreno, dai pozzi di accesso realizzati nelle immediate vicinanze degli argini del fiume.

In questo modo si mantiene inalterato il corso del fiume, operando solo un limitato e provvisorio rimodellamento dell'argine destro.

7

7 GENERALITÀ DEL PIANO DI MONITORAGGIO

Nell'ambito del monitoraggio esterno, in osservanza della complessità delle opere della galleria di base nel presente lotto di costruzione „sottoattraversamento Isarco”, vengono stabiliti gli interventi riportati sotto.

7.1

7.1 MISURAZIONI GEOTECNICHE E DI CONTROLLO IN SUPERFICIE

Per la realizzazione delle gallerie artificiali e delle restanti opere in superficie, è stato definito un programma delle misurazioni geotecniche e di controllo durante i lavori, in merito a:

- esecuzione dello scavo preliminare e delle scarpate
- esecuzione di lavori speciali di fondazione
- esecuzione di scavi di fondazione profondi finalizzati alla realizzazione delle gallerie artificiali e dei pozzi, nelle singole fasi di costruzione
- monitoraggio delle opere in galleria artificiale e dei pozzi, in fase di costruzione e in fase finale
- monitoraggio, durante i lavori, di opere ed infrastrutture terze in prossimità del lotto di costruzione
- Il programma di monitoraggio in superficie definito è idoneo anche per i tratti di galleria realizzati in naturale.

Accanto ad una rappresentazione degli strumenti previsti per i rilevamenti, e della relativa collocazione a seconda delle condizioni quadro specifiche, la presente relazione contiene disposizioni aggiuntive sulla frequenza di misurazione, analisi ed interpretazione dei dati.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

7.2

7.2 VIBRAZIONI NELLA FASE DI COSTRUZIONE

Non si tratta di valutare l'impatto ambientale delle vibrazioni per l'uomo, bensì, rispettivamente, di assicurare o evitare pericoli e rischi per le opere e gli edifici presenti nella zona d'influenza del lotto di costruzione „Sottoattraversamento Isarco“.

Il monitoraggio delle vibrazioni durante la fase di esecuzione delle opere serve a documentare l'intensità delle vibrazioni manifestate, e permette un eventuale intervento e la riduzione delle vibrazioni in caso di superamento delle soglie mediante l'adozione di idonei provvedimenti di modifica dell'andamento dei lavori.

In questo ambito, vengono trattati i temi seguenti:

- definizione dei valori limite ammessi
- identificazione delle opere e degli edifici interessati
- monitoraggio, tramite rilevamenti, delle vibrazioni legate alle attività di costruzione.

7.3

7.3 SOTTOSUOLO

Nell'ambito di questo lotto di costruzione, possono verificarsi delle modifiche delle caratteristiche e della forma del sottosuolo (parametri fisici, deformazioni, mutamenti superficiali), dovute a processi naturali ed alle attività in corso d'opera.

In questo ambito, vengono trattati i temi seguenti:

Rischi e fenomeni esterni, geogeni:

- caduta massi;
- debris flow;
- instabilità di versante

Rischi e fenomeni dovuti all'attività lavorativa

- possibili cedimenti.
- instabilità ed erosione di scarpate nonché

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

**Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni
deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

movimenti di versante a seguito di scavi.

8

8 MISURAZIONI GEOTECNICHE E MONITORAGGIO INFRASTRUTTURE INTERFERITE

8.1

8.1 GENERALITÀ

L'esecuzione del programma di misurazione ha lo scopo di seguire i risultati di misure necessarie per effettuare le valutazioni geotecniche dell'opera necessari e per monitorare l'opera.

8.1.1

8.1.1 MISURAZIONI GEOTECNICHE

La valutazione geotecnica serve sostanzialmente a:

- confrontare l'effettivo comportamento della struttura e del terreno con le ipotesi progettuali e all'occorrenza eseguire necessari adattamenti,
- individuare per tempo gli stati critici,
- osservare il carico sul rivestimento.

I metodi consueti della geotecnica sono:

- misure spaziali degli spostamenti
- misure degli allungamenti
- misure di pressione

Da qui le grandezze rilevate:

- spostamenti (assoluti, relativi)
- allungamenti (dagli spostamenti o diretti)
- tensioni (pressioni)
- pressioni interstiziali

L'efficacia degli interventi di stabilizzazione eseguiti può essere valutata sulla base dei risultati delle misurazioni. Deformazioni impreviste del sottosuolo, congiuntamente alle misure di stabilizzazione, possono essere riconosciute tempestivamente; altrettanto tempestivamente, possono essere avviati interventi per contrastare detti fenomeni.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Conformemente al progetto geomeccanico, si stabiliscono valori, i quali:

- determinano maggiore attenzione (limiti d'avviso),
- impongono azioni (limiti di allerta),
- impongono provvedimenti immediati (valori limite).

8.1.2

8.1.2 MONITORAGGIO INFRASTRUTTURE INTERFERITE

Per il monitoraggio di opere ed infrastrutture terze nella zona del lotto di costruzione e del terreno presso sezioni di attacco, scarpate e scavi di fondazione, vengono eseguite misurazioni delle deformazioni.

Conformemente alla sensibilità degli impianti monitorati, si stabiliscono valori, i quali:

- impongono un aumentato grado di attenzione (limiti d'avviso),
- impongono azioni (limiti di allerta).
- impongono provvedimenti immediati (valori limite)

Ad integrazione del piano di allarme e di emergenza, prima dell'avvio dei lavori, vengono fissate misure per contrastare l'insorgere di un evento indesiderato o straordinario.

Le infrastrutture interessate sono, soprattutto, le 4 infrastrutture di traffico, rappresentate nella illustrazione sottostante:

- Autostrada A22
- SS12
- Linea storica RFI esistente
- Linea storica RFI spostata

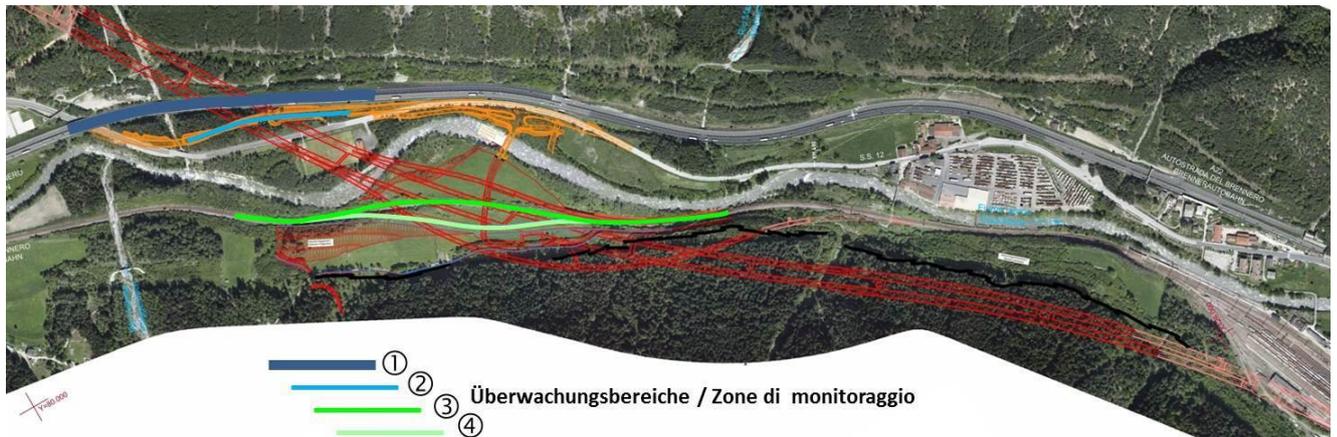
-

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)



Baulos „Eisackquerung“ / Lotto di costruzione „Sottoattraversamento Isarco

Illustrazione 1: Zone di monitoraggio

- 1 Autostrada A22
- 2 SS12
- 3 Linea storica RFI esistente
- 4 Linea storica RFI spostata

8.1.3

8.1.3 DOCUMENTI

È stata utilizzata la documentazione seguente:

- Relazione sui monitoraggi e sulle prospezioni in galleria
- Programma di monitoraggio geotecnico all'aperto, planimetrie e sezioni
- Descrizione del software di monitoraggio della BBT SE

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

8.2

8.2.1

8.2.1.1

8.2 APPARECCHIATURE DI MISURAZIONE

8.2.1 ZONE DI MISURA

8.2.1.1 SEZIONI DI ATTACCO, SCARPATE, OPERE TERZE, INFRASTRUTTURE

Per il monitoraggio geotecnico dei lavori di scavo e riporto, così come per il monitoraggio di opere ed infrastrutture terze nella zona del lotto di costruzione, e del terreno presso le sezioni di attacco e scarpate, vengono eseguite misurazioni delle deformazioni e degli spostamenti.

Sono previste le seguenti misurazioni e metodi di misurazioni:

- misurazioni geodetiche tridimensionali di deformazioni di sezioni di attacco, scarpate naturali delle terre ed altre scarpate artificiali (pareti chiodate, pareti di ancoraggio, ecc.)
- misurazioni geodetiche tridimensionali di deformazioni su opere terze (per es. edifici, canali murati, piloni di antenne radio o tralicci per linee aeree, o simili),
- misurazioni geodetiche tridimensionali di deformazioni su infrastrutture, insieme alle relative opere (per es. Autostrada A22, Strada Statale SS12, Linea storica RFI, canali, eventuali linee, ecc.)
- misurazioni geodetiche tridimensionali di deformazioni/cedimenti del piano campagna
- misurazioni dei cedimenti del piano campagna mediante estensimetri (assestimetri) posti lungo sezioni trasversali all'asse delle gallerie naturali

La misurazione delle deformazioni assolute sono eseguite con misurazioni trigonometriche con stazioni totali tramite punti riflettenti.

In queste misurazioni trigonometriche, sarà rispettata una precisione di rilevamento di +/- 1mm sulla media giornaliera.

Le misure degli estensimetri (assestimetri) verranno eseguite con strumenti implementati con sensori

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

automatizzati, con precisioni attese di +/- 1mm.

Di seguito si descrivono i diversi sottosistemi che compongono il Sistema di Monitoraggio dell'area.

Il sottosistema di monitoraggio dell'area a Nord del Fiume Isarco (A22-SS12) si compone di:

- n.134 punti riflettenti installati sul terreno o su elementi delle infrastrutture viarie (barriere, mancorrenti, etc.), disposti in allineamenti trasversali e longitudinali alle infrastrutture viarie, estese fino all'area di Ingresso Nord con allineamenti longitudinali e trasversali alle gallerie naturali
- n.42 punti riflettenti installati su strutture (tralicci, muri, etc.)
- n.03 postazioni attrezzate con Stazioni Totali Robotizzate, munite di unità di acquisizione dati e punti di riferimento fiduciali
- n.14 estensimetri profondi attrezzati con 6 basi, di profondità variabile in correlazione al progetto, con la base inferiore posta alla quota del piano del ferro della galleria naturale, e le successive 5 a passo 1 metro verso la superficie. Ciascuna postazione è implementata con singola Unità di Acquisizione e trasmissione dei dati. Gli estensimetri saranno allineati su n.03 sezioni trasversali alle gallerie naturali, e posti ad una distanza tra i 10 ed i 15 metri dall'asse delle gallerie naturali stesse.

Il sottosistema di monitoraggio dell'area a Sud del Fiume Isarco (Linea Storica) si compone di:

- n.124 punti di controllo geodetici, materializzati mediante telai speciali installati in corrispondenza della piattaforma ferroviaria, per il monitoraggio della Linea Storica esistente
- n.100 punti di controllo geodetici, materializzati mediante telai speciali installati in corrispondenza della piattaforma ferroviaria, per il monitoraggio della Linea Storica sospesa (100 dei quali predisposti

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

riutilizzando quelli precedentemente installati per la linea esistente)

- n.136 punti di controllo geodetici installati sui pali della tensione elettrica della Linea Storica esistente
- n.128 punti di controllo geodetici installati sui pali della tensione elettrica della Linea Storica spostata (128 dei quali predisposti riutilizzando quelli precedentemente installati per la linea esistente)
- n.77 punti riflettenti installati sul terreno, in allineamenti longitudinali e trasversali alle gallerie
- n.30 punti di controllo geodetici installati su strutture (tralicci, muri, etc.)
- n.05 postazioni attrezzate con Stazioni Totali Robotizzate, munite di unità di acquisizione dati e punti di riferimento fiduciali
- n.01 sistema di monitoraggio con tecnologia a fibre ottiche del tipo distribuito, costituito da 2327 metri di fibra ottica implementata con sensori di strain e temperatura, n.01 Unità di Acquisizione e trasmissione dei dati, per il controllo della piattaforma ferroviaria della Linea Storica esistente
- n.01 sistema di monitoraggio con tecnologia a fibre ottiche del tipo distribuito, costituito da 2220 metri di fibra ottica implementata con sensori di strain e temperatura, n.01 Unità di Acquisizione e trasmissione dei dati (prevedendo il riutilizzo dell'Unità di Acquisizione Dati di cui al punto precedente), per il controllo della piattaforma ferroviaria della Linea Storica esistente
- n.06 estensimetri profondi attrezzati con 4 basi, di profondità variabile in correlazione al progetto, con la base inferiore posta alla quota del piano del ferro della galleria naturale, e le successive 3 a passo 1 metro verso la superficie. Ciascuna postazione è implementate con singola Unità di Acquisizione e trasmissione dei dati. Gli

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

estensimetri saranno posti ad una distanza tra i 10 ed i 15 metri dall'asse delle gallerie naturali.

A completamento del monitoraggio geotecnico dell'area è previsto il mantenimento dell'attuale monitoraggio piezometrico eseguito nell'area. Nel dettaglio, come da Elaborato Grafico Programma di monitoraggio geotecnico all'aperto - Monitoraggio Piezometrico, sono previste misure freaticometriche su:

- n.47 piezometri a tubo aperto.

Durante la realizzazione dell'opera alcune postazioni strumentate dovranno essere dismesse poiché ricadenti in aree direttamente interessate dai lavori. In base alle risultanze del monitoraggio eseguito fino alla dismissione, potrà essere eventualmente valutata l'opportunità (che al momento non appare necessaria) di procedere alla realizzazione di nuove installazioni strumentate.

8.2.1.2

8.2.1.2 SCAVI PER L'ESECUZIONE DELLE GALLERIE ARTIFICIALI

Durante la fase di costruzione saranno eseguite delle misurazioni per poter giudicare le condizioni geotecniche.

La variabilità relativa al terreno di costruzione rende necessaria la verifica, durante l'esecuzione, delle ipotesi di calcolo attraverso misurazioni sulle opere.

A tal fine, le deformazioni effettivamente riscontrate, verranno confrontate con i risultati dei calcoli statici.

Il monitoraggio con misurazioni verrà condotto soprattutto durante le singole fasi di lavoro per la messa in sicurezza degli scavi di fondazione.

Sono previste le seguenti misurazioni:

- misurazioni di deformazioni nella struttura di sostegno degli scavi con procedimenti di misura geodetici (misurazione trigonometrica tridimensionale) e misurazioni con inclinometri
- misurazioni delle sollecitazioni nei puntoni

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- misurazioni delle deformazioni (misure dei sollevamenti e cedimenti) con procedimenti di misura geodetici (misurazione trigonometrica) all'interno ed all'esterno dello scavo.

Le misurazioni delle deformazioni nella zona della platea in cls verranno eseguite con misurazioni di deformazioni geodetiche.

Verrà, inoltre, effettuato un monitoraggio geodetico delle pareti di sostegno.

Il sottosistema di monitoraggio si compone di n.11 sezioni strumentate, ciascuna composta da:

- n.02 inclinometri verticali biassiali automatizzati, implementati ciascuno con n.03 sonde con passo 3 metri, installati nelle opere di sostegno della galleria
- n.01 cella di carico installata sul puntone sommitale
- n.04 punti di controllo geodetici per il controllo delle opere di sostegno
- n.01 Unità di Acquisizione e trasmissione dei Dati

8.2.1.3

8.2.1.3 SCAVI PER L'ESECUZIONE DEI POZZI

Durante la fase di costruzione saranno eseguite delle misurazioni per poter giudicare le condizioni geotecniche.

La variabilità relativa al terreno di costruzione rende necessaria la verifica, durante l'esecuzione, delle ipotesi di calcolo attraverso misurazioni sulle opere.

A tal fine, le deformazioni effettivamente riscontrate, verranno confrontate con i risultati dei calcoli statici.

Il monitoraggio con misurazioni verrà condotto soprattutto durante le singole fasi di lavoro per la messa in sicurezza degli scavi.

Sono previste le seguenti misurazioni:

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- misurazioni di deformazioni nella struttura di sostegno degli scavi con procedimenti di misura geodetici (misurazione trigonometrica tridimensionale) e misurazioni con inclinometri
- misurazione delle tensioni nei profilati metallici posti all'interno della sottomurazione
- misurazioni delle pressioni interstiziali e del livello di falda mediante piezometri

Il sottosistema di monitoraggio per il Pozzo Binario Pari Nord si compone di:

- n.06 colonne inclinometriche di profondità 35.0 metri, per misure manuali, installate a tergo del perimetro del pozzo
- n.12 mire topografiche poste sul cordolo di testa, poste ad un interasse di circa 10.0 metri
- n.08 celle di carico installate in corrispondenza di una piastra di giunzione tra i profilati di rinforzo dei cordoli; la posizione sarà approssimativamente al di sopra della chiave calotta di ciascun fornice
- n.01 Unità di Acquisizione e trasmissione dei Dati

Il sottosistema di monitoraggio per il Pozzo Binario Pari Sud si compone di:

- n.06 colonne inclinometriche di profondità 35.0 metri, per misure manuali, installate a tergo del perimetro del pozzo
- n.14 mire topografiche poste sul cordolo di testa, poste ad un interasse di circa 10.0 metri
- n.08 celle di carico installate in corrispondenza di una piastra di giunzione tra i profilati di rinforzo dei cordoli; la posizione sarà approssimativamente al di sopra della chiave calotta di ciascun fornice
- n.01 Unità di Acquisizione e trasmissione dei Dati

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

Il sottosistema di monitoraggio per il Pozzo Binario Dispari Nord si compone di:

- n.06 colonne inclinometriche di profondità 35.0 metri, per misure manuali, installate a tergo del perimetro del pozzo
- n.10 mire topografiche poste sul cordolo di testa, poste ad un interasse di circa 10.0 metri
- n.08 celle di carico installate in corrispondenza di una piastra di giunzione tra i profilati di rinforzo dei cordoli; la posizione sarà approssimativamente al di sopra della chiave calotta di ciascun fornice
- n.01 Unità di Acquisizione e trasmissione dei Dati

Il sottosistema di monitoraggio per il Pozzo Binario Dispari Sud si compone di:

- n.05 colonne inclinometriche di profondità 35.0 metri, per misure manuali, installate a tergo del perimetro del pozzo
- n.13 mire topografiche poste sul cordolo di testa, poste ad un interasse di circa 10.0 metri
- n.08 celle di carico installate in corrispondenza di una piastra di giunzione tra i profilati di rinforzo dei cordoli; la posizione sarà approssimativamente al di sopra della chiave calotta di ciascun fornice
- n.01 Unità di Acquisizione e trasmissione dei Dati

I sottosistemi sono integrati da:

- n.02 piezometri nell'area di Ingresso Sud, a lettura manuale ed attrezzati con cella Casagrande posta a 30.0 metri e Tubo Aperto fino alla profondità di 15.0 metri
- n.01 piezometro nell'area di Ingresso Nord, a lettura manuale ed attrezzato con cella Casagrande posta a 30.0 metri e Tubo Aperto fino alla profondità di 15.0 metri

- n.20 mire topografiche installate sul terreno nell'area di Ingresso Sud

8.2.1.4 OPERE IN GALLERIA (GALLERIE IN ARTIFICIALE E POZZI)

Accanto al monitoraggio con misurazioni degli scavi di fondazione, le opere sotterranee eseguite in artificiale ed i pozzi verranno monitorate in corso d'opera ed allo stato finale.

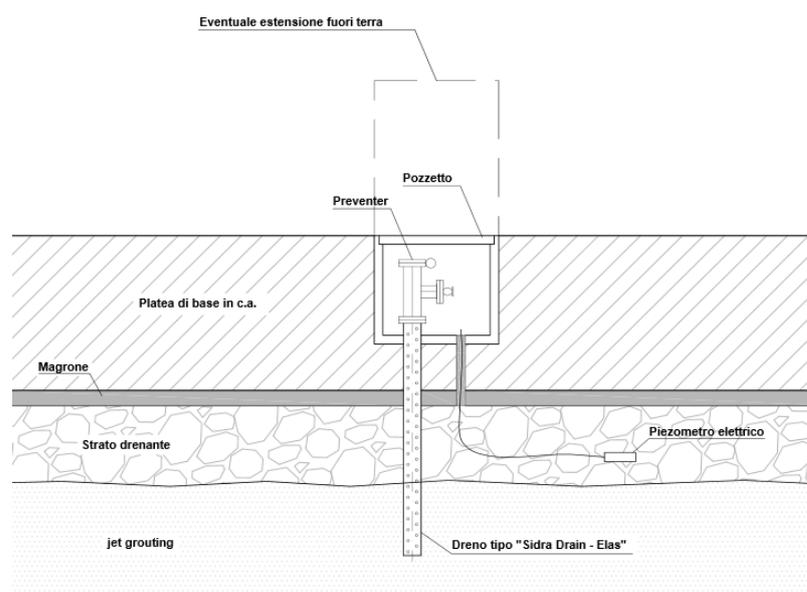
Per le gallerie sono previste le seguenti misurazioni:

- Misurazioni dei cedimenti complessivi delle opere con procedimenti di misura geodetici (misurazione trigonometrica)

L'ubicazione delle sezioni di misura principali è stata definita in accordo con le sezioni di calcolo scelte, per poter rendere possibile una verifica in loco ed una integrazione dei parametri di calcolo assunti.

Per i pozzi sono previste le seguenti misurazioni:

- Misurazioni per il controllo delle sottopressioni mediante piezometri elettrici all'interno dello strato drenante.



Il sottosistema di monitoraggio per il Pozzo Binario Dispari Nord si compone di:

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- n.02 piezometri elettrici installati nello strato drenante al di sotto della platea di fondazione, collegati all'Unità di Acquisizione Dati di cui al paragrafo precedente.

Il sottosistema di monitoraggio per il Pozzo Binario Pari Nord si compone di:

- n.02 piezometri elettrici installati nello strato drenante al di sotto della platea di fondazione, collegati all'Unità di Acquisizione Dati di cui al paragrafo precedente

Il sottosistema di monitoraggio per il Pozzo Binario Dispari Sud si compone di:

- n.03 piezometri elettrici installati nello strato drenante al di sotto della platea di fondazione, collegati all'Unità di Acquisizione Dati di cui al paragrafo precedente.

Il sottosistema di monitoraggio per il Pozzo Binario Pari Sud si compone di:

- n.04 piezometri elettrici installati nello strato drenante al di sotto della platea di fondazione, collegati all'Unità di Acquisizione Dati di cui al paragrafo precedente.

I sistemi di monitoraggio previsti per la fase di scavo permarranno anche durante la fase di realizzazione delle opere in galleria e nei pozzi.

8.2.1.4

8.2.1.5 INTEGRAZIONE MONITORAGGIO LINEA FERROVIARIA

Per il monitoraggio delle subsidenze lungo linea ferroviaria esistente, in aggiunta alle misure geodetiche, sarà impiegata una sensoristica ottica di tipo distribuito. Le potenzialità di un sensore costituito da una semplice fibra ottica, in grado di fornire un profilo di deformazione o di temperatura per una lunghezza di diversi chilometri ed una risoluzione spaziale inferiore al metro, sono enormi quando bisogna controllare strutture di tale estensione. La risoluzione spaziale è tipicamente ottenuta mediante la tecnica della riflettometria ottica nel dominio del tempo (OTDR), nella quale vengono lanciati impulsi di luce nella fibra ottica e vengono misurate le variazioni

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

dell'intensità retro-diffusa, causate dalla grandezza presa in considerazione, in funzione del tempo. Nel caso in oggetto, l'utilizzo di sensori puntuali richiederebbe la sistemazione di un elevato numero di sensori in un numero discreto di punti ritenuti strategici, con evidenti problemi di gestione dei dati e, in ogni caso, non garantirebbe il monitoraggio dell'intera struttura. Inoltre, se un cedimento avvenisse in una zona non coperta dai sensori, sarebbe impossibile segnalarlo. Esse consentono, difatti, di determinare i valori delle grandezze di interesse, in funzione della loro posizione, lungo l'intera lunghezza della fibra ottica.

I sensori distribuiti che verranno impiegati sono del tipo SMARTprofile e sono composti da più fibre che consentono di rilevare contemporaneamente (i) profili di temperatura e (ii) deformazioni. Essi presentano un comportamento fortemente lineare, sono insensibili alle fluttuazioni di ampiezza dei segnali ottici di probe e resistenti in ambienti difficili. Inoltre consentono di valutare in tempo reale le deformazioni (compensate della componente di temperatura) e le vibrazioni a cui la sede ferroviaria è soggetta.

8.2.2

8.2.2 PROGRAMMA DI MISURAZIONE E SEZIONI DI RILEVAMENTO

8.2.2.1

8.2.2.1 PROGRAMMA DI MISURAZIONE

Il presente elaborato contiene il piano dettagliato delle misure che verranno eseguite, previa approvazione da parte della Direzione Lavori. Tale piano, inoltre, contiene i requisiti già precedentemente descritti, le specifiche tecniche ed il capitolato, la descrizione dei sistemi di misurazione e delle procedure di rilievo.

Nel piano si riportano anche i calcoli dei cedimenti attesi nel corso dell'esecuzione dei lavori in corrispondenza delle infrastrutture della linea storica e dell'A22. La problematica è stata valutata in modo previdente ed i calcoli sono stati effettuati in base alle effettive condizioni e parametri del terreno. I cedimenti e i sollevamenti attesi sono stati determinati attraverso calcoli ad elementi finiti bidimensionali.

8.2.2.2

8.2.2.2 GESTIONE DELLE CRITICITA'

Il piano di monitoraggio rimanda al Piano d'Allarme e

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

di Emergenza ed al Piano di Gestione del Rischio redatti nell'ambito del Progetto Esecutivo, nei quali sono previsti gli interventi tecnici di misura necessari per tutti i casi eccezionali che potrebbero verificarsi, quali:

- cambiamento crescente delle ampiezze di fessurazione nelle pareti realizzate in sottermurazione e nella soletta di fondo in cls; le fessurazioni possono essere controllate, eventualmente, tramite calibri di spessore
- aumento di entrata di acqua attraverso il fondo dello scavo di fondazione non stabilizzato
- aumento di entrata di acqua in singoli punti della controparete realizzata per sottermurazione e nella soletta di fondo in cls e/o della platea in cls sommersa
- superamento dei valori d'avviso, di allerta, e limite nelle infrastrutture di traffico, quali Autostrada A22, linea storica RFI Verona-Brennero, Strada Statale SS12 o in altre infrastrutture ed altri edifici.

8.2.2.3

8.2.2.3 STRUTTURA E POSIZIONE DELLE SEZIONI DI RILEVAMENTO

Generalità

Prima di essere installati, tutti gli apparecchi di misurazione, saranno messi a disposizione dall'impresa esecutrice dei lavori, e approvati dalla Direzione lavori. Saranno comunque osservate le rispettive disposizioni di montaggio del produttore dell'apparecchio di misurazione.

Apparecchi di misure, come p.es. punti riflettenti su strutture ed infrastrutture terze, saranno montati solo d'intesa con i proprietari e/o gestori.

Per la linea storica RFI si è considerato che non sarà ammissibile intervenire sul binario (rotaie e traversine in calcestruzzo) per fissare strumenti (né con resine, né con perforazioni).

Per punti di misurazione superficiali nel terreno i prismi/target riflettenti dei punti di misurazione saranno

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

collocati su bulloni di misurazione.

Attraverso interventi adeguati, occorrerà proteggere i dispositivi di misurazione, inclusi i prismi/target riflettenti, dal danneggiamento arrecato dagli interventi costruttivi correnti, dall'azione da parte di terzi, ed anche dagli influssi atmosferici, soprattutto in inverno.

Gli apparecchi di misurazione ed i tratti di misurazione dovranno essere lasciati sgombri per l'esecuzione delle misurazioni.

Questo vale, soprattutto, per le misurazioni automatizzate, per le quali, nel caso d'impossibilità a misurare uno o più tratti, sussiste l'obbligo d'informare via e-mail, e per ogni misurazione, la Direzione Lavori.

Nei punti di misura per il monitoraggio dell'Autostrada A22 e della linea storica della ferrovia (incluse le relative opere), sarà eseguita una misurazione continua tramite procedimento di misura automatizzato in continuo.

Per i capisaldi superficiali installati, sarà prevista la lettura di zero. In caso di situazioni instabili è anche prevista una serie di misure di durata ed intervalli adeguati.

L'allestimento dei punti di misura dovrà precedere la realizzazione della sottomurazione, di almeno un mese prima dell'avvio dei lavori di scavo e, in caso di situazioni instabili, questi punti di misura dovranno essere allestiti con adeguato anticipo. La lettura di zero sarà eseguita subito dopo la posa dei capisaldi.

Inoltre, sulla base dei rilievi eseguiti e nelle posizioni maggiormente influenzabili dai lavori nei cantieri o dallo scavo, saranno installati dei capisaldi per i quali si prevede di eseguire subito dopo la lettura di zero degli stessi.

In particolare, i punti prescelti dovranno:

- essere installati in punti "saldi" e stabili;
- appoggiarsi alla rete topografica appositamente rilevata per BBT;
- rimanere installati per l'intera durata dei lavori, senza subire danni;

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- perciò, non interferire con i lavori, ed inserirsi bene nella logistica di cantiere.

Sezioni di attacco, scarpate, opere terze, infrastrutture

La posizione delle sezioni di misura sarà rispondente alla geometria delle sezioni di attacco, delle scarpate artificiali (considerando, sezioni di calcolo eventualmente esistenti), alle infrastrutture monitorate e le opere relative, ed al terreno sottoposto a monitoraggio.

Numero e posizione dei rispettivi dispositivi di misura dipendono, rispettivamente, dalla profondità dello scavo, dall'altezza della scarpata, dal tipo dell'opera e della infrastruttura sottoposta a monitoraggio.

La posizione e il numero delle sezioni di misura sono rappresentati per le gallerie artificiali e per i pozzi negli elaborati grafici del progetto.

La determinazione definitiva delle sezioni di misura e dei punti di misura potrà essere effettuata unicamente in loco nello svolgimento della fase di installazione, a onere dell'impresa esecutrice e dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione lavori incaricata da BBT SE.

Per ciascuna sezione di misura, sono stati previsti i seguenti dispositivi di misurazione:

- misurazioni geodetiche tridimensionali di deformazioni attraverso target riflettenti in punti adeguati
- nelle vicinanze di infrastrutture e di opere sottoposte a monitoraggio, i punti/target riflettenti saranno collocati sul piano campagna o su parti costituenti le infrastrutture, quali, ad esempio, strade, opere costruttive, traverse, tralicci per linee aeree, fondamenta, muri, o simili.

Per il versante Rio Vallaga si è previsto di collocare i seguenti punti di misurazione.

- presso il versante si sono collocati i punti di misura superficiali nella zona della stradina esistente; questi saranno collocati in modo tale da poter restituire sezioni trasversali insieme ai

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

punti di misura dei più vicini pali della linea di contatto della linea storica in tale zona per valutarne la deformazione.

Per i tralicci delle linee ad alta tensione FS1_M02 e M03 (numero di traliccio 78 e 79), così come FS2_M03 e M04 (numero di traliccio 29 e 30), sono previste misurazioni di monitoraggio. I punti di misura sono rappresentati negli elaborati grafici progettuali.

In relazione agli avanzamenti delle gallerie naturali verso nord e verso sud, sono state previste anche misure in superficie. Come anche descritto nella "Relazione sui monitoraggi e sulle prospezioni in galleria".

Dette misurazioni riguardano:

- le zone di accesso delle gallerie in naturale con poca copertura,
- zone di avanzamento con preconsolidamento dell'ammasso mediante jet grouting,
- zone di opere esistenti, quali Autostrada A22, Strada Statale SS12 e tralicci della linea ad alta tensione RFI.

Per il traliccio FS1_M04 (numero di traliccio 80) della linea 132-KV FS1, all'inizio dell'avanzamento in naturale della galleria principale binario pari, al più tardi 1 mese prima dell'inizio dei lavori di avanzamento sotterraneo, è prevista la realizzazione degli interventi previsti di stabilizzazione della fondazione, tramite colonne di jet-grouting.

Per il traliccio FS1_M04 (numero di traliccio 80) ed anche per il traliccio sovrastante FS2_M05 (numero di traliccio 31), sono previste misure di monitoraggio in considerazione degli interventi di costruzione in relazione all'avanzamento sotterraneo della galleria principale binario pari.

Le misure di monitoraggio sull'Autostrada A22 saranno avviate già nel corso della realizzazione delle sezioni di attacco e degli scavi di fondazione delle gallerie artificiali; pertanto, temporalmente, molto prima degli avanzamenti in naturale. Per queste misure di monitoraggio, vale quanto stabilito per i punti di misura, nella „Relazione sui monitoraggi e sulle

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

prospezioni in galleria“, e nella planimetria relative al programma di monitoraggio nord, sulle misurazioni geodetiche delle deformazioni con target riflettenti.

Per i tralicci della linea ad alta tensione ENEL_M02 ed ENEL_M03 ed i tralicci BS_M02 e BS_M03 (ASM Bressanone) a nord dell'autostrada saranno eseguite misure di monitoraggio in considerazione degli interventi di costruzione in relazione all'avanzamento in naturale della galleria principale a breve distanza.

L'ubicazione dei tralicci sottoposti a monitoraggio è riportata nelle planimetrie di progetto.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

8.2.2.4

8.2.2.4 APPARECCHI DI MISURAZIONE

Misure trigonometriche – stazioni totali

Nei punti di misura per il monitoraggio dell'Autostrada A22 e della linea storica della ferrovia (incluse le relative opere), sarà eseguita una misurazione continua tramite procedimento di misura automatizzato trigonometrico in continuo.

Nell'ambito della linea storica della ferrovia saranno incluse anche le misure del margine di scavo nel versante Rio Vallaga.

Per il monitoraggio dell'Autostrada A22, si è previsto di ricorrere a n.3 stazioni totali fisse robotizzate.

Per il monitoraggio della linea ferroviaria storica, si è previsto di ricorrere a n.5 stazioni totali fisse robotizzate.

I punti di misura che non saranno intervisibili con le postazioni attrezzate con Stazioni Totali Robotizzate fisse, verranno monitorati mediante rilievi manuali periodici eseguiti dalle squadre di topografi.

Nell'ambito del programma di misurazione di dettaglio, il numero e la localizzazione delle stazioni totali è stato inserito all'interno degli elaborati relativi alle diverse zone.

I requisiti delle stazioni totali sono:

- Precisione nella misura degli angoli di 0,5"
- Precisione misura della distanza 0,6mm+1ppm
- Velocità di rotazione di 200 gon/sec
- Velocità di misurazione (incluso la trasmissione dei dati) almeno 5 punti/min per la misurazione in un cerchio

L'attrezzaggio delle stazioni totali fisse in particolare prevede di soddisfare le esigenze elencate di seguito:

- Alimentazione elettrica dalla rete di alimentazione a carico dell'appaltatore
- Memoria tampone per 48 ore di esercizio in caso di mancanza della rete di alimentazione

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

elettrica

- Protezione a regola d'arte contr le sovratensioni e i fulmini
- Messa a terra a regola d'arte di tutte le componenti
- La possibilità di accendere e spegnere la stazione tramite manutenzione da remoto
- Protezione della stazione totale da inquinamento e precipitazioni (pioggia e neve)

Per determinare l'orientamento e per verificare la stabilità della stazione totale saranno scelti e stabiliti vertici presso posizioni nelle vicinanze. La scelta della posizione di tali vertici necessita in ogni caso dell'approvazione da parte del committente.

Per entrambe le aree di rilevamento a nord (Autostrada A22) ed a sud linea ferroviaria storica (RFI), saranno previsti, sia all'inizio che alla fine, rispettivamente almeno 9 punti fissi (in totale, dunque, 2 volte 18, ovvero 36 punti fissi). Di questi 9 punti fissi, 3 saranno traguadabili da lontano per determinare e controllare l'orientamento, e 6 saranno traguadabili da vicino per determinare la posizione e la quota della stazione totale

Al posto dei 6 traguadabili da vicino, potrà essere prevista la possibilità di allestire una stazione di rilevamento standard BBT, da stabilizzare con 3 "punti d'assicurazione".

Per le stazioni totali fisse sarà predisposta una centrale di elaborazione dei dati collegata in tempo reale con le stazioni totali robotizzate. La centrale di elaborazione dei dati servirà alla ricezione continua dei dati grezzi, al controllo e alla configurazione della strumentazione di misura, all'elaborazione dei dati rilevati dalla stazione totale nonché all'inoltro dei risultati ai server di BBT SE.

La centrale di elaborazione dei dati sarà allestita in una stanza chiusa a chiave e riscaldata e disporrà di una connessione internet con fibre ottiche. L'hardware del computer utilizzato sarà conforme al software utilizzato ed in ogni caso sia hardware che software saranno corrispondenti allo stato attuale della tecnica.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

Tutti i calcoli avranno luogo nella centrale di elaborazione dati. Un calcolo in campo presso la stazione totale non è ammissibile. Il software sarà capace di calcolare ambe le aree di rilevamento come libera compensazione di rete basandosi sui punti fissi. Un eventuale movimento di un punto fisso sarà riconosciuto dal software.

Le modifiche di configurazione delle stazioni totali, in particolare le variazioni della frequenza dei rilievi, saranno possibili tramite manutenzione da remoto. Sarà anche garantito che l'upgrade del firmware delle stazioni totali sia possibile tramite manutenzione da remoto.

Per ogni punto di misura verranno forniti automaticamente i risultati di una sessione a cadenza giornaliera nel sistema di coordinate BBT_TM-WGS84 e nel sistema altimetrico UELN. Nelle fasi critiche quando si raggiungono i valori d'avviso, di allerta o limite è necessario concordare con il committente al fine di effettuare una frequenza di misurazione più alta.

Inoltre sarà possibile configurare liberamente l'intervallo di tempo dei dati di misurazione impiegati in una compensazione di rete e, in via opzionale, anche con una sovrapposizione temporale.

Sia per l'autostrada A22 sia per la linea storica di RFI i dati delle misure automatizzate, saranno trasmessi continuamente alla Direzione Lavori e a BBT SE, e correlati graficamente con i valori d'avviso, di allerta e limite in modo da fornire una rappresentazione immediata dello stato della situazione. Inoltre, al superamento dei valori d'avviso, di allerta e limite, come dal piano di allarme e di emergenza i soggetti previsti verranno informati via SMS, tramite chiamata automatizzata con annuncio vocale computerizzato e, contemporaneamente, tramite e-mail.

Inoltre, al raggiungimento del valore limite, scatterà un allarme ottico ed acustico.

Il sistema è concepito, per l'intero campo del rilievo per il monitoraggio dell'autostrada e della linea esistente, per un intervallo di misurazione fino a 30 minuti ciascuna; inoltre, sarà possibile stabilire fino a 20 punti con una priorità più alta, per i quali sarà possibile prevedere un intervallo di misurazione fino a 5 minuti.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

In caso di guasto o difetto di uno o più componenti dei sistemi fissi si provvederà alla relativa sostituzione entro 24 ore e ripristinare la disponibilità del sistema di monitoraggio.

Misurazioni trigonometriche – prismi/target riflettenti

Per le misure automatizzate in continuo, nel campo di operatività del rilievo delle stazioni totali, saranno installati dei prismi riflettenti tripli per le sezioni di misura, in modo da fungere da mire stabili e permanenti. La determinazione della posizione di tali punti sarà in accordo con il programma dettagliato di misurazione che l'appaltatore ha elaborato nell'ambito del progetto esecutivo. La manutenzione dei suddetti prismi è a cura dell'affidatario.

Il prisma riflettente triplo dovrà ruotare attorno a due assi (asse vite ed ortogonale ad esso). Con una rotazione di +/-20 gradi, la variazione ammessa della posizione apparente del punto d'intersezione dell'angolo del prisma, che rappresenta il target, deve essere soltanto nell'ambito della tolleranza di produzione di +/-0,01 mm. Tra il bullone di misurazione ed il prisma riflettente triplo, è previsto un adattatore in polimero plastico con punto di rottura predeterminata.

Per il monitoraggio automatizzato dell'autostrada A22 saranno installati i prismi/target riflettenti su bulloni di misurazione speciali. La quota di questi punti è determinata in modo da garantire che la visuale non venga ostacolata né dalle barriere di sicurezza né dalla vegetazione nello spartitraffico dell'autostrada. Per i punti di misura dell'autostrada A22 è prevista una quota di almeno 0,15 m sopra il punto più elevato della barriera di sicurezza laterale (o la barriera di sicurezza stessa con una quota di 0,92 m o il mancorrente con una quota di 1,25 m) (Vedi Illustrazione 2).

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)



Illustrazione 2: Autostrada del Brennero nella zona del Rio Bianco; Barriera di sicurezza stradale con mancorrente

Per il monitoraggio automatico della linea RFI, i prismi/target riflettenti per il binario vengono installati su telai speciali di misurazione, per garantire che la misurazione può anche essere effettuata durante l'inverno in caso di neve.

Nella illustrazione sottostante è rappresentato il telaio di misurazione. La barra verticale di supporto sulla quale viene montato all'esterno il prisma di vetro è distante 1.800 mm dall'asse del binario, si trova a quota 0,50 m sopra il piano del ferro e 0,70 m sopra il profilo di acciaio rettangolare orizzontale, fissato sul lato inferiore di entrambe le rotaie. La posizione e la quota del target riflettente sono così determinate in modo tale da evitare che il target entri nella sagoma limite della linea ferroviaria.

Il peso del telaio è di ca. 25 kg, cosa che ne rende il montaggio relativamente facile.

La stabilità del telaio alle vibrazioni dovrà rispettare la precisione di rilevamento richiesta di +/-1mm sulla media giornaliera, saranno comunque implementate sui software di processamento dei dati algoritmi e funzioni per il filtraggio in automatico di valori anomali dovuti al transito dei treni.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

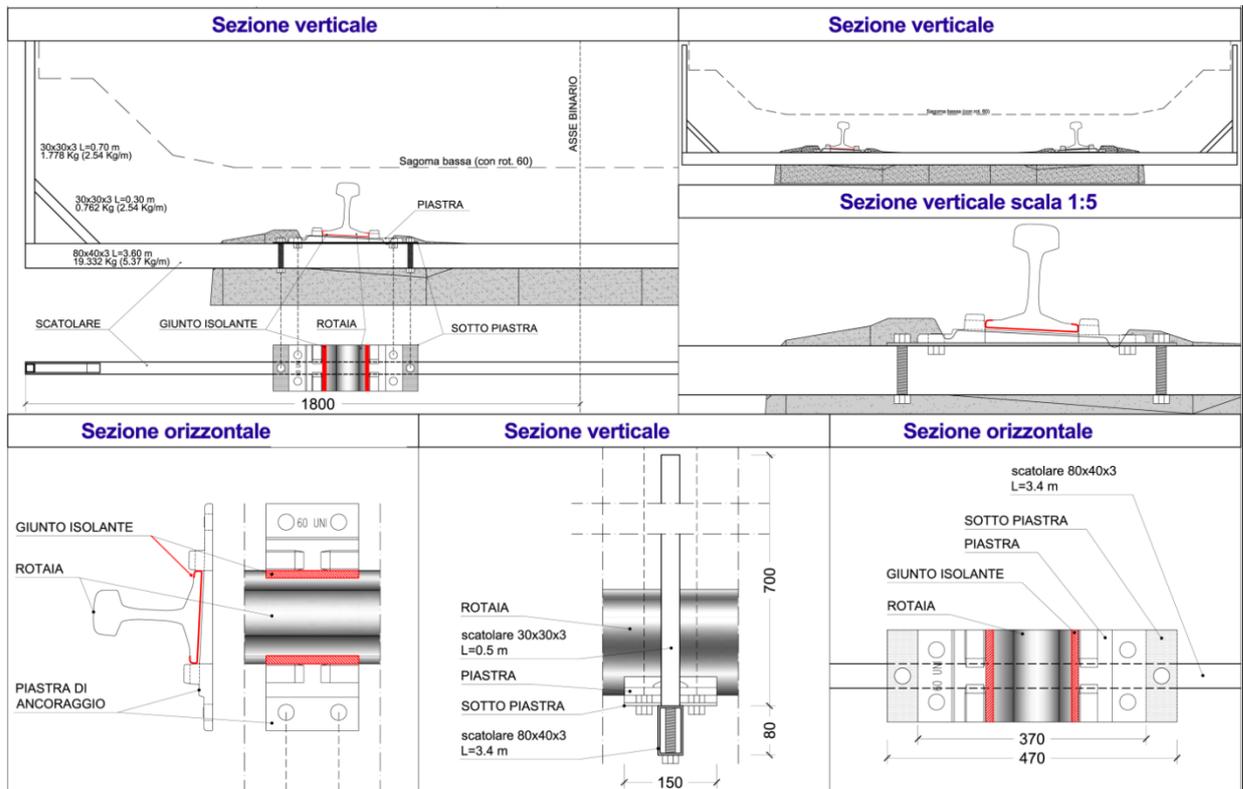


Illustrazione 3: Telaio di misurazione per il monitoraggio automatizzato trigonometrico della linea storica di RFI

I punti di misura sui pali della linea di contatto verranno anche essi misurati in modo automatizzato. Sono previsti 2 punti di misurazione per ogni palo della linea di contatto; di quei due punti quello inferiore sarà collocato ad una quota minima di 1 m sopra la fondazione e quello superiore 1 m sopra l'altro.

Per punti di misurazione superficiali nel terreno – questo vale anche per il monitoraggio del versante Rio Vallaga - i prismi/target riflettenti dei punti di misurazione saranno collocati su bulloni di misurazione. Questi devono essere saldati su una barra di acciaio B450C con uno spessore di 25 mm ed una lunghezza di 1,80 m. Devono essere interrati di almeno 1,50 m compreso il rivestimento in calcestruzzo.

La struttura dei restanti target riflettenti per tutte le altre misurazioni trigonometriche devono essere traguardabili dalle stazioni di misura robotizzate. Fino ad una distanza di 150 m, è previsto l'utilizzo di target bi-riflettenti con supporto basculante. Per lunghezze maggiori, è previsto l'utilizzo di prismi riflettenti tripli (vedi Illustrazione 4).

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)



Illustrazione 4: prisma riflettente triplo, target biriflettente e adattatore di collegamento

Estensimetri

Per il monitoraggio dell'autostrada e della Strada Statale SS12 a nord, nella zona del sottoattraversamento in galleria naturale, sono state previste 4 sezioni di misurazione trasversali alla direzione di avanzamento, con, complessivamente, 14 estensimetri a sei basi.

Per il monitoraggio delle gallerie, dei cedimenti superficiali e dei cedimenti al traliccio FS1_M04 (traliccio nr. 80) della linea 132 kV FS1, ed al traliccio FS2_M05 (traliccio nr.31) della linea 132 kV FS2 a sud, nella zona dell'avanzamento della galleria naturale con jet grouting, sono state previste 3 sezioni di misurazione trasversali alla direzione di avanzamento, con, complessivamente, 6 estensimetri a quattro basi.

Per l'installazione delle basi estensimetriche previste tra le due carreggiate dell'A22, durante la realizzazione delle postazioni strumentate (stimata in cinque giorni lavorativi), dovrà prevedersi la riduzione di entrambe le carreggiate, almeno della corsia di sorpasso per un tratto di minimo 100 metri.

Mediante gli estensimetri con l'aiuto di trasduttori elettrici di spostamento installati nella testa dell'estensimetro viene rilevato il movimento relativo tra il punto di ancoraggio ed il punto di testa. L'acquisizione e trasmissione del dato viene gestito automatico da Unità di Acquisizione Dati locali (UAD), implementate con sistemi autonomi di alimentazione e

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

comunicazione.

I requisiti degli estensimetri sono:

- Aste in acciaio inox DN ≥ 8 mm
- Trasduttore di spostamento lineare con sensore a corda vibrante
 - Risoluzione 0,01 mm
 - Fondo scala $>100 < 150$ mm
 - Precisione $\pm 0,2\%$ FS
 - Segnale di uscita Hz
- Termistore integrato per la misura della temperatura
- Protezione IP68
- Cavi di interconnessione dalla testa dell'estensimetro fino alla scatola di derivazione/UAD

I requisiti delle Unità di acquisizione e trasmissione dati locali con sistema autonomo di alimentazione, sono:

- per le UAD degli estensimetri a 6 basi: minimo n.06 ingressi per sensori a corda vibrante, e minimo n.06 ingressi temperatura; per le UAD degli estensimetri a 4 basi: minimo n.04 ingressi per sensori a corda vibrante, e minimo n.04 ingressi temperatura
- tensione batteria, tensione interna, Risoluzione 0.05 Hz @ 800 Hz, 0.3 Hz @ 3000 Hz, Range 500-5000 Hz, Stabilità termica <30 ppm, Alimentazione sensori sweep, Alimentazione 6Vdc, Memoria min. RAM 512 Kbyte + 512 KByte FLASH, Registrazione di 4000 scansioni complete per ogni ingresso, Memoria con funzione circolare, RTC interno, Trasmissione via GSM-GPRS, consumo in stand-by <200 microAmpère, Box IP65 o superiore, Funzionalità di preallertamento ed allarme.

Di seguito si riportano le modalità di posa degli estensimetri.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

Prima dell'inizio della posa in opera devono essere eseguiti i seguenti controlli: a) controllo visivo dell'integrità e rispondenza dei componenti alle specifiche; b) verifica funzionale degli strumenti di misura e degli accoppiamenti tra i vari componenti; c) verifica dell'identificazione della verticale di misura.

Per un estensimetro multibase la posa in opera dello strumento deve avvenire secondo la procedura di seguito elencata:

- lavare la perforazione con acqua dolce pulita
- calzare uno spezzone di tubo di para (15 cm circa) sul codolo dell'ancoraggio inferiore fascettandolo
- avvitare il primo spezzone dell'asta di misura all'ancoraggio inferiore
- calzare un manicotto sul terminale dell'asta di misura a cavallo della guaina di protezione, premontata sull'asta di misura
- avvitare un altro spezzone di asta di misura
- fissare sulle aste così preparate un tubo di plastica per la cementazione, fissandolo con nastro in più punti
- ripetere le operazioni fin qui descritte per le eventuali altre basi estensimetriche di misura
- inserire le aste nel foro di perforazione, eventualmente sostenendole
- proseguire con il prolungamento dello strumento direttamente in foro, inserendo ad intervalli di circa due-tre metri i centratori ed alternando a questi robuste nastrature
- riprendere le operazioni fino a completare l'installazione; k) lasciare che l'estensimetro sporga di circa un metro dalla boccaforo
- montare su ogni base l'ancoraggio superiore
- fissare la testa di misura alla parete serrando i bulloni

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- svitare i tappi di protezione dei raccordi di iniezione (maschi 3-6") e collegarsi ai raccordi di utilizzo con la tubazione di mandata della miscela cementizia

Per la cementazione si deve procedere iniettando la malta cementizia dal tubetto più lungo.

In questo caso, se non si verificano inconvenienti durante l'iniezione si deve vedere fuoriuscire malta, contemporaneamente dagli altri due tubetti.

E' buona norma non iniettare a pressioni superiori a quelle necessarie al riempimento del foro, onde evitare l'apertura di eventuali fratture esistenti.

Terminata la cementazione si dovranno richiudere tutti i raccordi di iniezione con i relativi tappi e attendere che la miscela faccia presa.

Il montaggio degli strumenti deve ancora essere preceduto dalla regolazione fine della lunghezza di ciascuna base estensimetrica, in modo da ottenere una misura di riferimento prestabilita (es. metà corsa del comparatore o del trasduttore); le operazioni di regolazione devono essere effettuate nel seguente modo:

- svitare il tappo di protezione della base
- montare lo strumento di misura (trasduttore elettrico) ed effettuare la lettura
- smontare lo strumento e regolare la posizione della vite sull'astina di riferimento. In questa fase, si presti attenzione a non applicare sforzi di compressione sull'astina
- rimontare lo strumento e controllare che la misura sia quella desiderata: se così non è, ripetere le operazioni

E' bene effettuare la vera misura iniziale "di zero" a completa maturazione della malta di iniezione.

Se necessario, la posizione delle astine può essere ancora ripresa. Nel caso di utilizzo di trasduttori elettrici (fissi), l'installazione dell'estensimetro deve essere ultimata montando sulla testa la custodia cilindrica di protezione meccanica.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Le letture automatiche con trasduttore elettrico dovranno prevedere le seguenti modalità operative, relativamente alla lettura di zero:

- accendere la centralina portatile e verificarne il valore di zero
- spegnere la centralina
- collegare la centralina al terminale di lettura e accenderla
- attendere che il valore evidenziato sul display si stabilizzi e comunque per il tempo minimo eventualmente indicato nel manuale d'uso
- annotare il valore rilevato sull'apposito modulo di lettura che deve contenere anche la lettura precedente

Successivamente si procederà al collegamento con l'Unità di Acquisizione Dati locale, verificando il corretto funzionamento della stessa relativamente all'interrogazione dei sensori, all'archiviazione e trasmissione dei dati.

Inclinometri verticali

Impiegati per monitorare le deformazioni degli scavi di fondazione delle gallerie artificiali, vengono collocati nelle 2 contro-pareti realizzate per sotto-murazione nelle sezioni di misurazione.

Il rilevamento è elettrico ed automatizzato.

I requisiti degli inclinometri verticali da utilizzare sono:

- Tubo inclinometrico materiale ABS, diametro interno ≥ 60 mm, lunghezza 9 metri
- Munito di 3 sonde in acciaio inox, aste in fibra di carbonio (ciascuno strumento per un passo totale 3 metri: 0.5 metri sonda e 2.5 metri asta), e una testa di sospensione sonda stagna fino a 2 bar
- Sensore accelerometrico solid-state monoassiale
- Risoluzione del sensore 0,01 % FS

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- Campo di misura $\pm 10^\circ$ Precisione totale $> \pm 0,4\%$ FS Segnale di uscita digitale
- Termistore integrato per la misura della temperatura
- Cavi di interconnessione dalla testa fino alla scatola di derivazione superficiale montata sulla testa della controparete

Celle di carico

Per il monitoraggio delle file di puntoni più caricate è previsto l'utilizzo di celle di carico elettriche a rilevamento automatizzato.

I requisiti delle celle di carico da utilizzare sono:

- Materiale: Acciaio inox
- Campo di misura: 2000-5000 KN
- Precisione totale $\leq 0,5\%$ FS
- Sovracarico: 150% FS
- Segnale di uscita: 4–20 mA
- Cavi di interconnessione dalla testa fino alla scatola di derivazione superficiale montata sulla testa della controparete

Piezometri elettrici

Per il monitoraggio delle pressioni al di sotto della platea di fondazione dei pozzi verranno utilizzati piezometri elettrici a corda vibrante a rilevamento automatico.

I requisiti delle celle di carico da utilizzare sono:

- Materiale: Acciaio inox
- Campo di misura: 350 KPa
- Precisione totale $\leq 0,5\%$ FS
- Sovracarico: 150% FS
- Segnale di uscita: Hz

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- Termistore integrato per la misura della temperatura
- Cavi di interconnessione dalla testa fino alla scatola di derivazione superficiale montata sulla testa della controparete

Unità di Acquisizione Dati

I sottosistemi di monitoraggio dei pozzi e delle gallerie artificiali saranno collegati (per singola sezione e pozzo) a Unità di Acquisizione Dati locali, per l'acquisizione, archiviazione e trasmissione in automatico dei dati, con alimentazione autonoma.

I requisiti minimi delle UAD sono:

- ingressi in numero adeguato alla tipologia di installazione per sensori a corda vibrante con termistore (n.0 per le gallerie artificiali, minimo n.4 per i pozzi), sensori digitali (minimo n.3 per le gallerie artificiali, n.0 per i pozzi), sensori potenziometrici (minimo n.1 per le gallerie artificiali, minimo n.8 per i pozzi); tensione batteria, tensione interna, Risoluzione 0.05 Hz @ 800 Hz, 0.3 Hz @ 3000 Hz, Range 500-5000 Hz, Stabilità termica <30 ppm, Alimentazione 6-12Vdc, Memoria min. RAM 512 Kbyte + 512 KByte FLASH, Registrazione di minimo 4000 scansioni complete per ogni ingresso, Memoria con funzione circolare, RTC interno, Trasmissione via GSM-GPRS, consumo in stand-by <200 microAmpère, Box IP65 o superiore, Funzionalità di preallertamento ed allarme.

Misure Inclino metriche

I tubi inclinometrici dovranno essere installati alla profondità massima (35 metri) nei fori di sondaggio alla fine delle attività di perforazione e di prova, se previste.

- La deviazione dalla verticale del foro non dovrà essere superiore al 2%.
- Dovranno essere utilizzati tubi in ABS dotati di n.4 guide.
- Le dimensioni del tubo inclinometrico dovranno

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

essere scelte in funzione del diametro del foro di sondaggio e delle dimensioni della sonda inclinometrica.

- I tubi inclinometrici, che dovranno essere disponibili in spezzoni di 3 m, dovranno soddisfare i seguenti requisiti: spirality dei tubi inferiore a 0.5°/m; assoluta perpendicolarità delle sezioni terminali degli spezzoni di tubo rispetto all'asse del tubo, con la tolleranza di 1°.
- I manicotti di giunzione dovranno essere fissati alla sezione del tubo mediante l'applicazione di un opportuno strato di mastice lungo l'intera superficie di contatto ed un minimo di n.4 rivetti (per ciascun spezzone di tubo). Il giunto dovrà essere completato mediante avvolgimento con abbondante nastro adesivo facendo attenzione a non applicare una torsione al giunto stesso.
- La parte terminale inferiore del tubo dovrà essere chiusa da un tappo fissato al tubo nel medesimo modo sopra descritto per le giunzioni.
- Il tubo inclinometrico dovrà essere posizionato nel foro di sondaggio con una coppia di guide (tra cui la guida di riferimento n.1) allineate nella direzione di massima pendenza del versante.
- La corona circolare tra il tubo e la parete del foro dovrà essere accuratamente cementata mediante iniezione di una miscela acqua/cemento/bentonite (proporzioni in peso rispettivamente di 100:30:5), da eseguire a bassissima pressione a partire dal fondo foro e fino alla fuoriuscita di miscela pulita in superficie. Il galleggiamento del tubo inclinometrico dovrà essere impedito tramite il riempimento con acqua e/o altri sistemi che mantengano il tubo in leggera tensione. Non è consentito mantenere il tubo inclinometrico in posizione esercitando pressione dall'alto.
- Al termine dell'inserimento del tubo nel foro, il rivestimento in acciaio temporaneo (se presente) dovrà essere estratto evitando qualsiasi rotazione (solo sollevamento) per evitare danni e/o lo spirality del tubo

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

inclinometrico ed aggiungendo miscela cementizia per compensare il volume del rivestimento in estrazione. Un ulteriore rabbocco della malta nel foro sarà effettuato, se necessario, per compensare la sedimentazione o la penetrazione nel terreno circostante.

- Successivamente, il tubo inclinometrico dovrà essere accuratamente lavato con acqua pulita e con un utensile adatto con getti radiali.
- L'installazione del tubo inclinometrico dovrà essere verificata inserendo per tutta la profondità una "sonda testimone" avente le stesse dimensioni delle attrezzature da utilizzare nelle prove successive.
- Ciascun tubo inclinometrico dovrà essere protetto in superficie con un chiusino dotato di coperchio metallico. Il coperchio dovrà essere dotato di una serratura e due copie delle chiavi dovranno essere consegnate all'Appaltatore alla fine dei lavori sul campo.
- L'inclinometro dovrà essere ben segnalato e reso facilmente visibile in cantiere in maniera tale da evitare danneggiamenti. Si potranno materializzare intorno all'inclinometro quattro aste di altezza pari a 1.5-2.0 m su cui verranno avvolte due strisce di rete + nastro segnaletico catarifrangente disposte a 0.75/1.0 e 1.5/2.0 m di altezza.
- La guida scelta come guida di riferimento (guida n.1) dovrà essere segnata in modo indelebile; la numerazione delle altre guide dovrà adattarsi al software di acquisizione ed interpretazione dei dati utilizzato.
- Almeno 10÷14 giorni dopo l'installazione, la funzionalità del tubo inclinometrico dovrà essere verificata controllando la continuità e l'allineamento degli spezzoni di tubo e che l'inclinazione e la spirallatura dei tubi soddisfino i requisiti sopra citati.
- La continuità ed il corretto allineamento dei segmenti di tubo dovranno essere controllati per mezzo di un "sonda testimone" di caratteristiche meccaniche analoghe a quelle

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

della sonda che verrà utilizzata per misure successive; la "sonda testimone" verrà inserita lungo le guide fino alla profondità massima del foro e quindi estratta; si ripeterà l'operazione altre tre volte con la sonda ruotata di 90° ogni volta. Il tubo inclinometrico sarà considerato adatto per le misure successive se la "sonda testimone" potrà essere inserita ed estratta senza incontrare ostacoli o altre difficoltà.

- La spirallatura dei tubi dovrà essere controllata per mezzo di una sonda spiralometrica che consenta la misura dell'azimut in ogni sezione del tubo con una sensibilità e una precisione non inferiore a 0.1°/m.

Le misure inclinometriche dovranno essere effettuate mediante la seguente strumentazione:

- una sonda inclinometrica biassiale, costituita da un corpo di acciaio inox munito di rotelle di guida con passo di 500 mm (intervallo di misura), dotata di appositi sensori servoaccelerometrici per la misura dell'inclinazione, con campo di misura di • 30°, sensibilità non inferiore a 1/25.000 senza e assetto azimutale non superiore a 0.5°; i servoaccelerometri saranno disposti su due piani ortogonali tra loro, dei quali uno parallelo alle scanalature di guida e l'altro perpendicolare ad esse;
- centralina portatile digitale, con appositi display per la lettura dei dati, eventualmente dotata di sistema di acquisizione;
- cavo elettrico di collegamento tra la sonda inclinometrica e la centralina di misura, con tacche vulcanizzate ogni 0.5 m e lunghezza non inferiore a 50 m, con relativo rullo avvolgicavo; la distanza tra la prima tacca di riferimento del cavo e l'asse tra le rotelle superiori della sonda inclinometrica dovrà in ogni caso essere pari a 500 mm. L'errore della metratura del cavo dovrà essere inferiore a 5 cm ogni 100 m e l'allungamento con carico di 20 kg inferiore allo 0.05%; il cavo dovrà inoltre garantire nel tempo la costanza della distanza tra le tacche di misura, da verificare con bindella metrica indeformabile ad intervalli

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

regolari, non superiori a 6 mesi;

- carrucola dotata di strozzacavo da installare temporaneamente sulla testa del tubo inclinometrico durante le letture;
- sonda testimone per il controllo dei tubi inclinometrici prima dell'inizio di una serie di misure, con relativo rullo avvolgicavo.

L'utilizzo di strumentazione con caratteristiche diverse da quelle sopra descritte dovrà essere sottoposta alla preventiva autorizzazione da parte dell'Appaltatore.

La prima misura non dovrà essere effettuata prima di 10-14 giorni dopo il completamento di installazione del tubo inclinometrico nei fori di sondaggio; una seconda misura dovrà essere eseguita la settimana successiva.

Alla fine dell'installazione e verifica dei tubi inclinometrici, dovrà essere predisposta per ciascun inclinometro, una monografia d'installazione riportante:

- denominazione del tubo inclinometrico;
- data di installazione;
- ubicazione plano-altimetrica del tubo in coordinate geografiche GaussBoaga, WSG84 e UTM-ED50; quota assoluta o relativa dell'estremità superiore del chiusino di protezione.
- una fotografia 'di insieme' dell'installazione con rappresentazione di punti di riferimento riconoscibili e rilocalizzabili (strade, alberi, altri elementi naturali, ecc.);
- stratigrafia del sondaggio;
- fotografie ad alta qualità delle cassette di sondaggio; breve rapporto sulle modalità di realizzazione del foro, data di perforazione, tipo di riempimento del foro, eventuali problematiche registrate in fase di perforazione;
- riferimenti consegnatario lucchetti dei chiusini;

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

- schema grafico riportante la numerazione delle guide sovrapposto ed orientato su uno stralcio topografico riportante le curve di livello del terreno;
- una fotografia che mostri chiaramente:
- la testa del tubo inclinometrico;
- la guida di riferimento (guida n.1), adeguatamente contrassegnata;
- una bussola affiancata alla guida di riferimento (guida n.1) che mostri la direzione del Nord magnetico;
- azimut della guida di riferimento (guida n.1);
- tipologia del tubo e dei manicotti di raccordo installati e lunghezza spezzoni qualora vengano utilizzati spezzoni diversi da 3 metri;
- lunghezza dello spezzone di tubo più superficiale (quello che viene tagliato per completare l'installazione) e lunghezza dell'elevazione rispetto al livello del terreno della bocca-tubo;
- caratteristiche della miscela utilizzata per la cementazione del tubo e quantità assorbita durante la cementazione, distinguendo tra il volume utilizzato per il riempimento iniziale, quello utilizzato per il rabbocco durante l'estrazione del rivestimento e quello eventuale per compensare la sedimentazione o la penetrazione nel terreno circostante;
- schema di installazione nel foro del tubo inclinometrico;
- schema con misure del pozzetto solidarizzato alla testa del tubo inclinometrico e coordinate geografiche GaussBoaga, WSG84 e UTM-ED50 della testa di supporto per GPS (Vedi figura 1).
- Misura di deviazione tubazione dalla verticale;
- Misura della spirallatura;

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

- Registrazione delle lettura inclinometrica di zero.

I certificati delle letture inclinometriche dovranno riportare le seguenti informazioni:

- denominazione del tubo inclinometrico;
- data di installazione;
- ubicazione plano-altimetrica del tubo in coordinate geografiche GaussBoaga, WSG84 e UTM-ED50; quota assoluta o relativa dell'estremità superiore del chiusino di protezione.
- una fotografia 'di insieme' dell'installazione con rappresentazione di punti di riferimento riconoscibili e rilocalizzabili (strade, alberi ed altri elementi naturali, ecc.);
- descrizione del sistema inclinometrico con schema grafico riportante la numerazione delle guide sovrapposto ed orientato su uno stralcio topografico riportante le curve di livello del terreno;
- una fotografia che mostri chiaramente:
- la testa del tubo inclinometrico;
- la guida di riferimento (guida n.1), adeguatamente contrassegnata;
- una bussola affiancata alla guida di riferimento (guida n.1) che mostri la direzione del Nord magnetico;
- azimut della guida di riferimento (guida n.1);
- condizioni meteo al momento delle letture;
- commento alle letture eseguite;
- tabelle delle letture di campagna;
- grafici degli spostamenti per punti ed angoli azimutali in funzione della profondità;
- grafici degli spostamenti cumulati ed angoli

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

azimutali in funzione della profondità;

- diagramma polare della deviazione.

Le letture inclinometriche non corrette (di zero e successive), le letture della deviazione dalla verticale e le letture spiralometriche dovranno essere fornite anche su supporto digitale in formato editabile in formato txt.

Sensori distribuiti a fibra ottica di strain e temperatura

Per il monitoraggio delle subsidenze lungo linea ferroviaria esistente, in aggiunta alle misure geodetiche, è stato previsto l'impiego di una sensoristica ottica di tipo distribuito.

Per la linea storica RFI si è considerato che non sarà ammissibile intervenire sul binario (rotaie e traversine in calcestruzzo) per fissare strumenti (né con resine, né con perforazioni).

I sensori distribuiti possono essere realizzati mediante fibre ottiche monomodali standard per applicazioni nel campo delle telecomunicazioni o mediante l'utilizzo di cavi speciali a fibra ottica. Le caratteristiche delle linee di misura realizzate mediante sensori distribuiti di strain e temperatura sono riportati di seguito.

- Sensori distribuiti di temperatura:
- cavo di temperatura ordinario: -55°C / +85°C;
- componenti: fibre ottiche singolo/multi modo, tubo ed armatura in acciaio inox e guaina in poliammide;
- massima resistenza alla trazione con guaina: 800N (con una fibra ottica) a breve termine;
- massima resistenza alla trazione senza guaina: 600 N (con una fibra ottica) a lungo termine;
- massima resistenza alla compressione con guaina: 2000 N/cm (con una fibra ottica);
- massima resistenza alla trazione senza guaina: 1000 N/cm (con una fibra ottica);
- massima pressione idrostatica 700 x 105 Pa

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

(700 bar)

- Sensori distribuiti di strain (con compensazione in temperatura):
- range dello strain: -1.5% in compressione e +1.5% in elongazione;
- range termico: -40°C – 60°C;
- stabilità > 20 anni;
- raggio di curvatura minimo: 400 mm;
- massima pressione idrostatica 3×10^7 Pa (300 bar);
- ridondanza: impiego di 2 fibre sia per il monitoraggio dello strain che della temperatura (per compensazione);
- installazione mediante ancoraggi e/o incollaggi;
- connettori ottici: E2000/APC

Specifiche della centralina di interrogazione dei sensori distribuiti a fibra ottica di strain e temperatura

La centralina di interrogazione della sensoristica distribuita riesce nella valutazione della deformazione meccanica distribuita e/o temperatura su diverse decine di chilometri. Tali strumenti diagnostici consentono quindi l'identificazione e la localizzazione di potenziali anomalie lungo la linea ferroviaria e l'implementazione di un sistema di monitoraggio a lungo termine. Essi si basano su un sistema laser e sfruttano il principio di misura dello scattering ottico all'interno della fibra ottica (scattering di Brillouin stimolato). Lo scattering di Brillouin è una proprietà fisica intrinseca della fibra ottica e fornisce informazioni relativamente alla distribuzione della temperatura e dello strain lungo la fibra ottica che funge da sensore distribuito. I sistemi di interrogazione possono operare in due configurazioni: loop (con entrambi i capi della fibra ottica connessi allo strumento di interrogazione) o single-ended (mediante l'impiego di uno specchio alla terminazione della fibra). L'eventuale impiego di uno switch ottico consente poi di gestire sistemi multi-fibra e le distanze di monitoraggio possono arrivare fino a 100 Km. Tali sistemi sono in grado di generare degli allarmi nel caso di superamento di soglie prefissate.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Inoltre essi possono operare in modo interattivo o automatico, immagazzinando i dati in accordo ad un dato scheduling delle operazioni di acquisizione.

Le caratteristiche della centralina di interrogazione di sensori distribuiti di temperatura/strain sono riportate di seguito:

- range di misura: fino a 100 Km;
- numero di canali: 2 integrati, fino a 60 attraverso l'impiego di un multiplexer ottico
- range dinamico: 10 dB
- risoluzione spaziale: 0.5 m a 20 m, 1 m a 20 Km, 3 m a 50 Km
- campionamento spaziale: 0.1 m
- risoluzione di Brillouin: 0.1 MHz
- risoluzione di strain: 2 $\mu\epsilon$ (range: -3% in compressione fino a +3% in elongazione, dipende dal cavo)
- accuratezza sullo strain: 20 $\mu\epsilon$ (compensato in temperatura)
- risoluzione termica: 0.1 °C
- accuratezza termica: 1 °C
- tempo di misura: < 20 s; 1-2 minuti tipici; 5-10 minuti per misure ad elevata risoluzione

Vibrazioni

Per il monitoraggio delle vibrazioni si adottano sensori del tipo AcTiMon-X1, ovvero accelerometri inerziali tridimensionali abbinati a inclinometri bidirezionali a tecnologia MEMS che non richiedono unità esterne di lettura ed hanno uscite Ethernet collegabili direttamente a computer o a concentratori con trasmissione anche WIFI.

Le caratteristiche dei sensori AcTiMon-X1 sono le seguenti:

- Dimensioni: 4.718" x 4.323" x 2.295"

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- Peso: 20 oz
- Connettività: 1 - M12 Ethernet & 1 - M12 USB communication
- Alimentazione: Ethernet (PoE) or USB
- Consumo di energia Ethernet: 20mA @ 48V
- Consumo di energia USB: 200mA @ 5V
- Materiale dell'involucro: alluminio
- Tipo accelerometro: MEMS 3-assi
- Risoluzione accelerometro: .00001g
- Range accelerometro: $\pm 1.5g$
- Frequenza: DC - 200 Hz (.1dB)
- Rate di campionamento accelerometro: 2000 samples / sec
- Tipo inclinometro: MEMS 2-assi
- Range inclinometro: ± 15 degrees
- Risoluzione inclinometro: .00001 gradi
- Rate di campionamento inclinometro: 10 samples / sec
- Range di temperatura: -40°C to +80°C (-40°F to 176°F)

Questo modello di accelerometro/inclinometro è anche dotato di un sensore di temperatura integrato.

8.2.2.5

8.2.2.5 MANUTENZIONE DEGLI APPARECCHI DI MISURAZIONE

L'Appaltatore dovrà garantire la continua e perfetta efficienza del sistema di monitoraggio.

Saranno quindi onere dell'Appaltatore tutti gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria sulla strumentazione.

A valle di anomalie di funzionamento non verificabili da remoto, dovrà essere effettuato un sopralluogo entro le 24h dal riscontro delle anomalie.

Il ripristino in efficienza della strumentazione dovrà in ogni caso essere effettuato entro le 48h dalla

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

segnalazione dell'anomalia.

Interventi di manutenzione ordinaria programmata dovranno avere cadenza annuale per tutta la componentistica elettrica/elettronica (sensoristica ed Unità di Acquisizione Dati).

Le Stazioni Toatli Robotizzate dovranno, invece, essere sottoposte ad interventi di manutenzione ordinaria, comprensivi di calibrazione e taratura presso laboratorio, con cadenza semestrale.

8.3

8.3 FREQUENZA DI MISURAZIONE

I dispositivi di misurazione verranno installati il prima possibile.

- la frequenza di misurazione dei dispositivi in superficie dipende principalmente dalle esigenze dell'andamento dei lavori, così come dalle esigenze geotecniche e dalla sensibilità degli impianti monitorati;
- le letture di zero saranno eseguite immediatamente dopo l'installazione e la messa in funzione degli apparecchi di misura e la posa dei capisaldi.

8.3.1

8.3.1 SEZIONI DI ATTACCO, SCARPATE, OPERE TERZE, INFRASTRUTTURE

Le sezioni di misura nelle sezioni di attacco, nelle scarpate e nella Strada Statale SS12 sono da sottoporre a misurazione almeno una volta al giorno.

Nei punti di misura per il monitoraggio dell'Autostrada A22 e della linea storica della ferrovia (incluse le relative opere), è stata prevista la modalità di misurazione continua tramite procedimento di misura automatizzato continuo.

Le misurazioni saranno eseguite almeno fino a quando sarà raggiunta con il riempimento degli scavi la quota del bordo superiore del diaframma e fino all'esecuzione del rivestimento definitivo delle gallerie naturali.

Le misurazioni si concluderanno quando, terminati i lavori, non si manifestano variazioni delle misure maggiori della precisione di rilevamento nell'arco di un

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

mese.

8.3.2

8.3.2 SCAVI PER L'ESECUZIONE DELLE GALLERIE ARTIFICIALI E POZZI

Le sezioni di misurazione saranno sottoposte a misurazione almeno una volta al giorno.

È prevista una lettura continua degli inclinometri ed una misura continua delle sollecitazioni dei puntoni

Nei punti di misura degli scavi in prossimità dell'Autostrada A22 e della linea ferroviaria storica, sarà eseguita una misurazione in continuo, impiegando procedimenti di misura automatizzati.

Nel caso di mancato funzionamento del sistema di misurazione in continuo dei singoli punti, le misurazioni verranno, in questi punti, comunque eseguite normalmente con frequenza minima di almeno 3 volte al giorno.

Le misurazioni verranno eseguite almeno fino a quando sarà raggiunta con il riempimento degli scavi la quota del bordo superiore della controparete. Le misurazioni verranno concluse quando, terminati i lavori, non si manifestano variazioni delle misure maggiori della precisione di rilevamento nell'arco di un mese.

8.3.3

8.3.3 OPERE IN GALLERIA ARTIFICIALE E POZZI

La lettura di zero deve precedere l'inizio del rinterro.

La misurazione dei cedimenti deve avvenire, durante il rinterro, con una frequenza di 1 volta al giorno.

Terminati i lavori di rinterro, le misurazioni dei cedimenti avverranno, almeno, con frequenza settimanale.

Nel caso in cui, tra due intervalli di misura, viene rilevata una riduzione dell'incremento delle deformazioni, e detto incremento è inferiore di 1mm/settimana, la misurazione dei cedimenti può avvenire ad intervalli temporali più ampi (cioè almeno 1 volta al mese).

Le misurazioni saranno considerate concluse quando, terminati i lavori di rinterro, non si manifestano più alcune alterazioni nel corso di tre misurazioni mensili

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

consecutive.

8.4

8.4 ACQUISIZIONE, TRASMISSIONE, GESTIONE E ARCHIVIAZIONE DATI

8.4.1

8.4.1 GENERALITÀ

Considerata la natura, la mole e la ripetitività in continuo delle misurazioni di monitoraggio previste, il sistema di monitoraggio di questo lotto di costruzione sarà impostato sulla massima automazione possibile.

Per questo i valori di misurazione rilevati elettronicamente nei punti di misura di tutte le sezione di misurazione (sia in sotterraneo nei vari tratti delle gallerie naturali ed artificiali sia in superficie) saranno trasmessi automaticamente alla gestione dati centrale ed all'archiviazione dati che entrambe saranno alloggiare dall'appaltatore nei suoi locali degli uffici di cantiere a Prà di Sopra.

I risultati delle misurazioni geodetiche (sia quelle automatizzate che le altre) verranno registrati e trasmessi separatamente, ma infine anche archiviati nel sistema di documentazione di BBT "2doc".

8.4.2

8.4.2 STRUTTURA DEL SISTEMA

8.4.2.1

8.4.2.1 REQUISITI

In sintesi, la struttura del sistema per i valori di misurazione rilevati elettronicamente comprenderà principalmente:

- Punto di misura compreso cavo dell'apparecchio di misurazione
- Scatola di derivazione per raccogliere i cavi di tutti i sensori/apparecchi di misurazione di una sezione di misurazione (nel caso di gallerie artificiali e pozzi)
- Rete di cavi di collegamento dalle scatole di derivazione alle Unità di Acquisizione Dati
- Unità multiplexer per raccogliere i cavi di diverse sezioni di misurazione
- Trasmissione GSM/GPRS dalle stazioni di misurazione alla gestione centrale dati

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- Gestione dati
- Archiviazione dati

Di seguito vengono descritte le singole componenti del sistema.

L'intera componentistica, soprattutto le componenti che vengono installate all'esterno o nella galleria, saranno protette in modo adeguato da tutti gli influssi esterni (corpo resistente agli agenti atmosferici per la protezione contro p.es. pioggia, gelo, polvere e neve, entrata d'acqua nella galleria, protezione da tutti gli impatti meccanici, danni, ecc.). Questo vale anche per i cavi necessari che devono essere posati nelle zone protette contro danni.

Per le reti di cavo sono stati considerati i seguenti criteri di progettazione:

- facilità dell'altrettanto necessaria lettura locale con strumenti manuali
- facilità di gestione automatica
- facilità di manutenzione degli strumenti
- requisiti di manutenzione minimi nonostante le condizioni speciali a causa dell'ambiente di cantiere e degli agenti atmosferici

Nella transizione da una fase di costruzione all'altra, i tracciati dei cavi verranno adattati sempre in relazione alle esigenze dello svolgimento dei lavori, e, in caso di bisogno, anche essere spostate, in modo tale da garantire, in ogni momento, la funzionalità ininterrotta dell'acquisizione e trasmissione dei dati.

Tutti gli oneri necessari per questi criteri, requisiti di protezione, adattamenti e spostamenti, ivi compresa la manutenzione dei sistemi stessi, devono essere considerati, e sono compresi nei rispettivi costi della componentistica e risultano compensate con queste.

8.4.2.2

8.4.2.2 PUNTI DI MISURAZIONE

I punti individuali di misurazione verranno attrezzati con un sistema di rilevamento elettronico dei valori di misura con apparecchi di misurazione o sensori. La trasmissione dei valori di misura avviene attraverso cavi per sensori che vengono forniti insieme ai sensori.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

L'alimentazione dei sensori avviene attraverso le Unità di Acquisizione Dati.

8.4.2.3

8.4.2.3 SCATOLE DI DERIVAZIONE

Nelle scatole di derivazione vengono raccolti i cavi di tutti i sensori presso una sezione di misurazione. Verranno utilizzate scatole di derivazione protette con la possibilità di collegare apparecchi di lettura mobili. Le scatole di derivazione saranno installate in un corpo IP67 impermeabile ed adatto al montaggio a muro con porta apribile sul lato di fronte in posti protetti. Lo spazio tra scatole di derivazione e sensori sarà il più piccolo possibile. L'alimentazione avviene attraverso le Unità di Acquisizione Dati.

8.4.2.4

8.4.2.4 UNITA' DI ACQUISIZIONE DATI

Per acquisire ed archiviare i dati dalla sensoristica verranno predisposte specifiche Unità di Acquisizione Dati.

Nel dettaglio sono previste Unità di Acquisizione Dati per ciascuna sezione strumentata delle Gallerie Artificiali e per ciascun Pozzo.

Per gli estensimetri, utilizzati per il monitoraggio dell'area di Ingresso Nord e per le opere interferite A22 SS12 e Linea Storica, è prevista una Unità di Acquisizione Dati per ciascuno strumento (implementato con 4 e 6 basi di misura).

Le Unità di Acquisizione Dati sono dotate di convertitore analogico/digitale, di scheda elettronica per l'interfacciamento con unità intelligente e di porta seriale. Le funzioni delle stazioni di misurazione devono essere fra l'altro:

- l'alimentazione dei sensori al momento della misura;
- la scansione ciclica dei sensori collegati;
- l'esecuzione della misura
- la memorizzazione delle informazioni ricevute
- la trasmissione dei dati alla gestione dati

8.4.2.5

8.4.2.5 GESTIONE DATI

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Le Unità di Acquisizione Dati saranno collegate alla gestione centrale dati attraverso GSM-GPRS. La restituzione e l'indicazione delle singole misurazioni avviene nella gestione centrale dati, dove vengono anche preparati e inoltrati i dati per l'archiviazione. La gestione centrale dati consiste di un server con interfaccia di comunicazione e l'apposito software di restituzione e sarà installato negli uffici di cantiere dell'appaltatore a Prà di Sopra.

I valori di misurazione rilevati nelle singole sezioni di misurazione e trasmessi alla gestione centrale dati che saranno sistematicamente rilevati, salvati, restituiti, analizzati, visualizzati e documentati. I dati di misurazione saranno anche preparati e messi a disposizione per essere utilizzati in altre applicazioni.

L'unità di gestione dati svolgerà anche la funzione di gestore remoto di tutti i collegamenti e componenti del sistema

8.4.2.6

8.4.2.6 ARCHIVIAZIONE DATI

L'archiviazione dati è prevista nei sistemi hardware presenti nell'ufficio di cantiere dell'appaltatore e serve come banca dati uniforme di tutti i dati raccolti dall'unità di gestione. I dati provenienti da fonti diversi verranno salvati sistematicamente. La struttura dei dati sarà flessibile.

8.4.2.7

8.4.2.7 GESTIONE DEL SISTEMA

La gestione del sistema prevede:

- Comunicazione con le stazioni di misurazione
- Caricamento automatico di valori di misurazione e segnalazioni di anomalie
- Programmazione/comando di stazioni di misurazione (elaborazione e salvataggio dei parametri)
- Memorizzazione di tutti i dati grezzi
- Analisi automatica dei dati grezzi con metodi statistici per eliminare valori anomali, ed assegnazione di attributi a valori di misurazione
- Trasformazione dei dati in unità di misurazione ingegneristiche

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- Restituzione, analisi e interpretazione dei dati (con possibilità di intercorrelazione tra più parametri, strumenti, scale temporali, etc.)
- Trasferimento dei dati nel sistema di monitoraggio "2doc" di BBT
- Visualizzazione dei risultati di misurazione
- Realizzazione di tabelle per l'import nel "2doc" secondo i requisiti descritti di seguito

Il software per questi compiti avrà, inoltre, le seguenti caratteristiche:

- multilingue (almeno tedesco ed italiano);
- facile usabilità;
- rappresentazione gerarchica delle componenti del sistema;
- possibilità molteplici ed adattabili di restituzione grafica.

8.5

8.5 VALUTAZIONE, INTERPRETAZIONE E PRESENTAZIONI DEI DATI

Il software di gestione dei dati ed il DataBase integrato costituiranno una Piattaforma WebGIS, prodotto realizzato esclusivamente per la presente commessa, implementato con software commerciali.

La funzionalità principale del software sarà la completa gestione della rete di monitoraggio.

Gli strumenti del software consentiranno l'acquisizione in automatico delle misure rilevate dalla sensoristica installata in sito e l'archiviazione delle stesse in un DataBase SQL server appositamente progettato, compatibile con banche dati georeferenziate quali GIS, per una rapida consultazione e visualizzazione, sia attraverso tabelle che grafici dedicati.

Nel software inoltre potranno confluire, anche mediante procedure automatizzate (a valle di un'intesa fra i soggetti coinvolti su procedure e standard di restituzione), i dati delle misure acquisite dalla strumentazione ad acquisizione non automatica o altre informazioni (ad esempio sulla manutenzione), rimessi in file Excel o di testo o, altrimenti, immesse nel

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

computer direttamente da tastiera.

Il software provvederà, qualora necessario, alla reingegnerizzazione dei dati e quindi li archivia, sia grezzi che processati, nella banca dati.

La banca dati sarà completamente personalizzabile per le esigenze della singola applicazione con la creazione di viste veloci o tabelle dinamiche rapidamente consultabili.

Il controllo e la gestione delle misure da parte dell'operatore sarà pensata per essere la più immediata e semplice possibile.

Tutti i diagrammi potranno essere personalizzati a seconda delle esigenze delle singole fasi lavorative e possono essere modificati per eseguire correlazioni e confronti fra più serie, parametri e tipologie di dati.

La banca dati, le pagine degli strumenti, tutti i diagrammi e le informazioni di allarme o allerta saranno aggiornate in tempo reale in modo completamente automatico.

Il software sarà in grado di generare report automatici esportando ad intervalli di tempo impostati (quotidiani, settimanali, mensili, etc.), le informazioni contenute nel database rendendole disponibili in tutti i formati standard di esportazione, ad esempio excel, testo formattato, pagine html o altri.

Il software sarà estremamente versatile; in qualsiasi momento è possibile, in modo agevole, aggiungere nuovi canali o linee intere di comunicazione o eliminare strumenti non più rilevati.

Non si prevede limite al numero di canali acquisibili contestualmente dal programma, che mantiene in ordine e in condizioni di reperibilità e confronto tutti i dati della rete proponendosi come valido ausilio al controllo dell'opera e come strumento indispensabile per una ottimale gestione in automatico dei sistemi di monitoraggio installati.

Nella banca dati del software potranno confluire anche tutte le informazioni relative alle lavorazioni strettamente connesse alle attività di monitoraggio (intese sia come informazioni relative alle fasi delle lavorazioni, che quelle relative alla strumentazione -come calibrazioni, interventi di manutenzione straordinaria, etc.-), così da rendere più

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

immediata la comprensione di eventuali fenomeni deformativi in atto.

Il software consentirà l'immissione di soglie di preallerta ed allarme, che possono attivare in automatico procedure precedentemente impostate, per le diverse situazioni di superamento dei livelli di attenzione.

Inoltre sarà possibile, da parte di personale autorizzato e sufficientemente esperto, validare la banca dati, anche con l'ausilio di procedure automatizzate, lasciando comunque consultabili i dati grezzi.

Il sistema permetterà personalizzazioni per la gestione di tutti i flussi informativi relativi alla realizzazione dell'opera, e potrà essere utilizzato come archivio documentale dei lavori.

L'implementazione di un sistema informativo geografico permette una facile ricerca delle informazioni (sulla cartografia di base, sugli elaborati di progetto e su planimetrie e sezioni appositamente realizzate) ed una integrazione con informazioni geografiche generali e puntuali (dati cartografici, dati delle caratteristiche fisiche del territorio, dati catastali, etc.) e con altri documenti relativi alle opere (come stratigrafie, prelievo di campioni, documentazione fotografica).

Il software avrà una logica web based con funzionalità di gestione remota e pubblicazione dati su sito web dedicato. Il software è, infatti, concepito in modo tale che l'utente remoto, l'ente di controllo o i tecnici responsabili, possano, con le dovute autorizzazioni, consultare, controllare ed intervenire sull'intero sistema in tempo reale ovunque sia disponibile una connessione internet esattamente come se fossero fisicamente in sito.

Tale possibilità si estende naturalmente alle attività di manutenzione che si potranno svolgere in parte da remoto per la verifica della funzionalità del sistema e la prima diagnosi di possibili malfunzionamenti, ottimizzando così la pianificazioni di eventuali missioni di manutenzione sul posto.

Il software, infine, potrà essere utilizzato anche per la divulgazione a terzi, con diversi livelli di autorizzazione, di informazioni preventivamente selezionate.

Le letture degli strumenti saranno presentate in forma tabellare o grafica corredando le stesse di tutte le

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

informazioni necessarie alla loro corretta interpretazione.

Oltre al supporto tabellare e grafico si fornirà anche un supporto informatico (file) contenente tutte le misure eseguite e tutte le informazioni necessari.

Tali files saranno compatibili con i più comuni fogli elettronici in uso (es.: EXCEL, etc.), e saranno predisposti per essere integrati nei sistemi informativi e nelle banche dati del committente e della Direzione lavori, secondo quanto concordato con i suddetti soggetti.

Ad ogni modo tutti i dati saranno restituiti in formato adeguato per l'inserimento nella piattaforma di dati del Committente 2doc.

Nell'allegato del capitolo 12 viene descritto il sistema "2doc" del committente per la documentazione, i suoi requisiti di sistema e i relativi formati dati per l'import automatico dei dati, nonché i compiti dell'affidatario.

L'appaltatore ha l'obbligo di ottemperare alle disposizioni particolari dei capitoli 4, 5, 6 e 9 della descrizione del software di monitoraggio "2doc" di BBT SE.

È compito dell'affidatario la trasformazione di tutti i dati rilevati da lui automaticamente nel formato di import corretto, al fine di consentirne l'import automatico. È altresì compito dell'affidatario la verifica della plausibilità dei dati da lui rilevati.

Si precisa comunque che tutti i dati acquisiti dall'impresa, sia quelli "grezzi" provenienti dai sistemi di acquisizione dati sia quelli elaborati dall'impresa, saranno consegnati alla D.L. ed al Committente anche in formato digitale. Tutti gli eventuali sistemi di gestione dei dati predisposti dall'impresa verranno comunque concordati con il Committente, e approvati da essa.

L'analisi e la rappresentazione grafica dei risultati delle misurazioni saranno eseguiti immediatamente ed in continuo, al fine di poter adottare, se necessario, gli interventi atti a contrastare un incremento grande e/o progressivo delle deformazioni, e per un adeguamento corrispondente degli interventi di stabilizzazione.

La misurazione continua dei punti sulla superficie permetterà, in tutte le zone del cantiere, di valutare se eventuali deformazioni del terreno vengono indotte dagli

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

interventi di costruzione, ed in oltre di identificare il valore di dette deformazioni rispetto a valori definiti d'avviso, di allerta e limite, per l'immediato ricorso all'adozione delle necessarie misure durante l'esecuzione dei lavori.

L'analisi avverrà in modo tale che, nei tratti stradali sottoposti a monitoraggio automatizzato, nella zona dell'Autostrada A22 del Brennero, partendo dai risultati delle misurazioni dei cedimenti superficiali, sia possibile rappresentare graficamente, insieme ai valori d'avviso, di allerta e limite, le zone interessate da cedimenti locali ed i cambiamenti risultanti delle inclinazioni delle tangenti dei singoli tratti stradali, sia nel senso longitudinale, che trasversale.

I risultati di misurazione dei punti di misurazione, che per ragioni di visibilità (per evitare la schermatura causata da barriere di sicurezza e copertura di neve sui target riflettenti) sono fissati su barre di acciaio che sporgono in fuori sopra il terreno e la strada, devono essere convertiti appositamente per ottenere i risultati richiesti sulle deformazioni dell'autostrada.

Lo stesso vale per l'analisi delle rotaie dell'attuale linea storica Verona-Brennero, nella zona dell'attraversamento dell'Isarco, e anche per la nuova linea storica spostata su nuovo tracciato durante i lavori di costruzione.

Anche per questo, i risultati di misurazione dei punti geodetici, che per ragioni di visibilità (per evitare la copertura di neve sui punti riflettenti) saranno fissati su telai di misurazioni che sporgono in fuori sopra la struttura del binario, e convertiti appositamente per ottenere i risultati richiesti sulle deformazioni della struttura del binario della linea storica.

In entrambi i casi i dati della misurazione automatizzata, saranno trasmessi continuativamente alla Direzione Lavori e a BBT SE, e saranno correlati graficamente con i valori d'avviso, di allerta e limite in modo da fornire una rappresentazione immediata dello stato della situazione. Inoltre, al superamento dei valori d'avviso, di allerta e limite, come dal piano di allarme e di emergenza i soggetti previsti saranno informati via SMS, tramite chiamata automatizzata con annuncio vocale computerizzato e, contemporaneamente, tramite e-mail.

Inoltre, al raggiungimento del valore limite, scatterà un allarme ottico ed acustico.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

In caso di superamento dei valori limite predefiniti delle deformazioni, nelle infrastrutture di traffico sono previsti interventi immediati, in accordo con il rispettivo gestore.

Detti interventi possono introdurre limitazioni nell'esecuzione dei lavori (per es. modifica del procedimento costruttivo, rallentamento delle operazioni di scavo, ecc.), ma anche limitazioni alla viabilità (per es. riduzione della velocità ammessa, del peso dei veicoli ammessi), così come tutte le misure necessarie per risolvere il problema.

L'appaltatore metterà a disposizione di BBT SE e della D.L. l'analisi continua dei dati e presenterà ogni mese, un'accurata e chiara relazione delle misurazioni, contenente diagrammi, elenchi dati, tavole e schizzi relativi alle misurazioni condotte, così come un'interpretazione dei risultati delle misurazioni, in considerazione delle fasi di cantiere, dei relativi interventi di aggotamento della falda, con inclusione delle fasi di sterro e degli interventi di consolidamento, tenendo anche conto dei riempimenti eseguiti e di tutte le eventuali particolarità, ecc.

Nella relazione mensile, saranno rappresentate le attività di misurazione geotecnica del mese successivo e fatto riferimento ad eventuali particolarità attese.

8.6

8.6 RUOLI E FLUSSO DELLE INFORMAZIONI

Le attività di monitoraggio prevedono misure all'aperto ed in sotterraneo di tipo manuale (rilievi geomeccanici dei fronti di scavo, misure topografiche, misure inclinometriche, etc.) e di tipo automatico (strumentazione a fibra ottica, sensori elettrici, etc.).

Tale monitoraggio riguarda più nello specifico: la Linea Ferroviaria Storica esistente e spostata, la A22, la SS12, gli elettrodotti, il Fiume Isarco e le opere in sotterraneo relative alle gallerie naturali e artificiali, e Pozzi.

Il RESPONSABILE DEL MONITORAGGIO (RM) dovrà provvedere al rilievo dei dati secondo le modalità definite (tipologia, quantità, ubicazione e frequenza letture).

Il RM in caso di superamento delle soglie di avviso, allerta, valore limite (allarme) predefinite dovrà diramare l'opportuna comunicazione alla Direzione di Cantiere,

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

alla Direzione dei Lavori, al CSE ed a BBT. BBT a sua volta valuterà l'opportunità di diramare la comunicazione, a seconda della criticità venutasi a determinare, a RFI, A22, Provincia (SS12), Comune, Protezione Civile, ENEL.

Il RM avrà anche il compito di validare, sotto gli aspetti strumentali, i dati acquisiti dal Sistema.

Inoltre, sulla base di considerazioni tecniche, della propria esperienza e delle eventuali segnalazioni dei rilevatori dovrà identificare e depurare tutti i dati ritenuti anomali, qualora presenti, dandone sempre evidenza e motivandone la classificazione.

I dati grezzi (non elaborati, filtrati e/o processati) dovranno comunque essere sempre archiviati e restare disponibili per possibili verifiche da parte di tutti i soggetti coinvolti ed autorizzati.

Il RM dovrà aggiornare giornalmente (entro le ore 12.00 del giorno successivo) il database che dovrà essere compatibile con la piattaforma "2doc" adottata da BBT, aggiornamenti a cadenza più frequente (fino al "tempo reale" o "quasi tempo reale") potranno essere previsti per la strumentazione ad acquisizione automatica (limitatamente ai dati grezzi).

Tutti i dati dovranno comunque essere trasmessi giornalmente alla DL-BBT ed al CSE, o dovrà essere data comunicazione dell'avvenuto aggiornamento del database.

La consultazione degli stessi potrà avvenire tramite piattaforma informatica da parte dei soggetti interessati (DL-BBT e CSE). DL-BBT aggiornerà, secondo modalità da loro definite, le Amministrazioni e gli Enti Gestori interessati.

L'APP aggiornerà i progettisti incaricati dell'assistenza tecnica in cantiere che, in caso di necessità, potranno coinvolgere la propria sede per eventuali approfondimenti di natura progettuale.

Il RM dovrà inoltre segnalare ai soggetti interessati eventuali guasti della strumentazione e situazioni che a suo giudizio richiedano attenzione (esempio misure non stabilizzate, incremento delle velocità deformative, valori agli disomogenei tra strumenti adiacenti, etc.) anche se con valori ancora inferiori alle soglie di avviso, allerta,

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

valore limite (allarme) definiti in Progetto.

Nella relazione mensile, saranno rappresentate le attività di misurazione geotecnica del mese successivo e fatto riferimento ad eventuali particolarità attese.

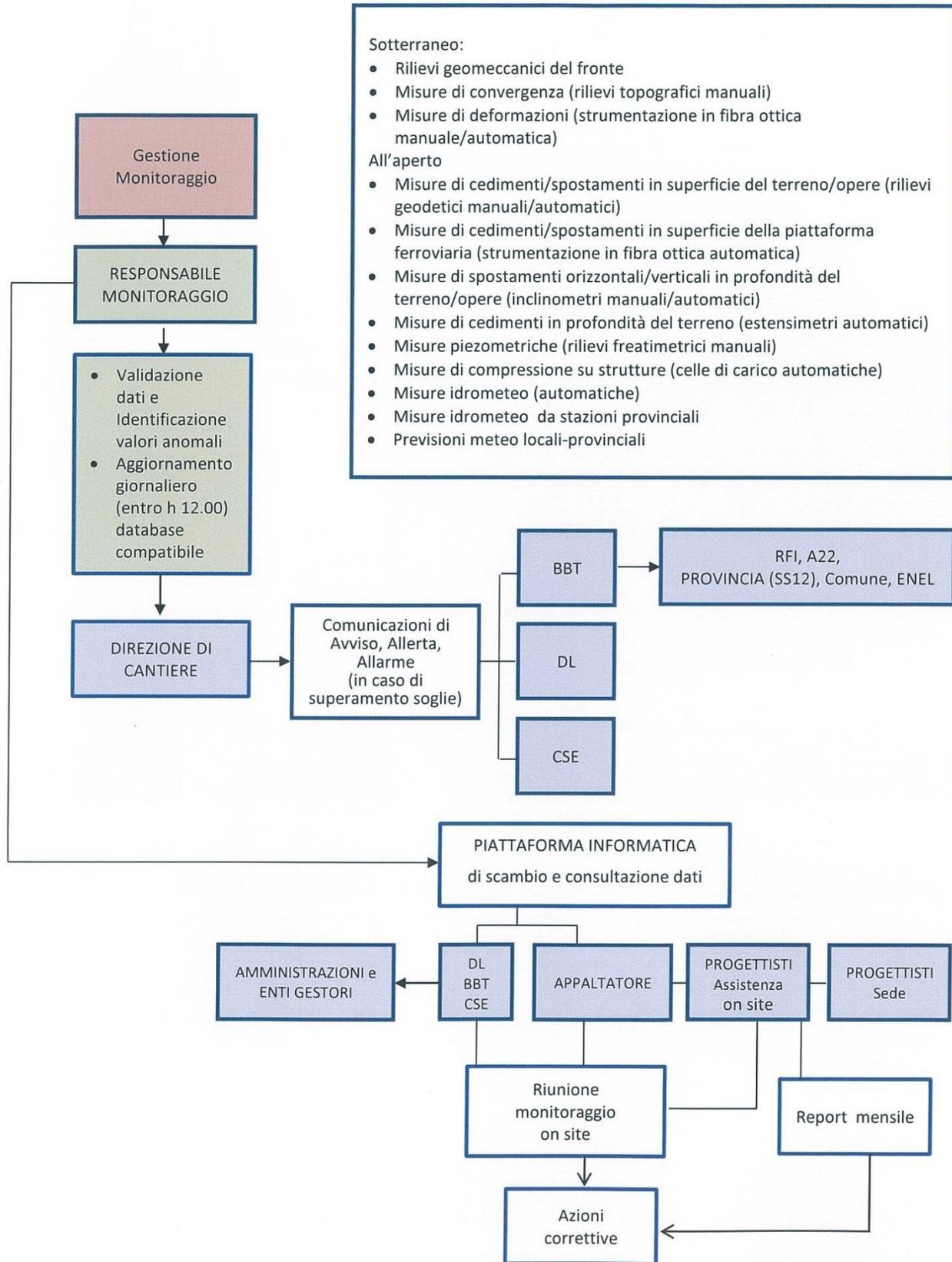
Nella pagina seguente viene mostrato il diagramma di flusso relativo ai ruoli e ai flussi delle informazioni, così come precedentemente esposto.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)



Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

8.7

8.7 MONITORAGGIO DELLA LINEA STORICA DI RFI

In relazione ai cedimenti previsti per la linea storica RFI, causati dagli interventi principali di costruzione del sottoattraversamento dell'Isarco, questo capitolo serve per definire:

- i parametri geometrici della linea da monitorare
- i limiti per garantire livelli di qualità
 - limite d'avviso
 - limite di allerta
 - valore limite
- e gli interventi da eseguire per garantire i livelli di qualità.

Per questo, i risultati di misurazione dei bulloni di misurazione, che per ragioni di visibilità (per evitare la schermatura causata da barriere di sicurezza e copertura di neve sui target riflettenti) sono fissati su barre di acciaio che sporgono in fuori sopra il terreno e la strada, saranno convertiti appositamente per ottenere i risultati richiesti sulle deformazioni dell'autostrada.

Lo stesso vale per l'analisi delle rotaie dell'attuale linea storica Verona-Brennero, nella zona dell'attraversamento dell'Isarco, e anche per la nuova linea storica spostata su un nuovo tracciato durante i lavori di costruzione.

Anche per questo, i risultati di misurazione dei target riflettenti, che per ragioni di visibilità (per evitare la copertura di neve sui target riflettenti) sono fissati su telai di misurazioni che sporgono in fuori sopra la struttura del binario, saranno convertiti appositamente per ottenere i risultati richiesti sulle deformazioni della struttura del binario della linea storica.

In entrambi i casi i dati della misurazione automatizzata, saranno trasmessi continuamente alla Direzione Lavori e a BBT SE, e saranno correlati graficamente con i valori d'avviso, di allerta e limite in modo da fornire una rappresentazione immediata dello stato della situazione. Inoltre, al superamento dei valori d'avviso, di allerta e limite, come dal piano di

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

allarme e di emergenza i soggetti previsti dovranno essere informati via SMS, tramite chiamata automatizzata con annuncio vocale computerizzato e, contemporaneamente, tramite e-mail.

Inoltre, al raggiungimento del valore limite, scatterà un allarme ottico ed acustico.

In caso di superamento dei valori limite predefiniti delle deformazioni, nelle infrastrutture di traffico sono previsti interventi immediati, in accordo con il rispettivo gestore. Detti interventi possono introdurre limitazioni nell'esecuzione dei lavori (per es. modifica del procedimento costruttivo, rallentamento delle operazioni di scavo, ecc.), ma anche limitazioni alla viabilità (per es. riduzione della velocità ammessa, del peso dei veicoli ammesso), così come tutte le misure necessarie per risolvere il problema.

L'appaltatore metterà a disposizione di BBT SE e della D.L. l'analisi continua dei dati e presenterà ogni mese, un'accurata e chiara relazione delle misurazioni, contenente diagrammi, elenchi dati, tavole e schizzi relativi alle misurazioni condotte, così come un'interpretazione dei risultati delle misurazioni, in considerazione delle fasi di cantiere, con inclusione delle fasi di sterro e degli interventi di consolidamento, tenendo anche conto dei riempimenti eseguiti e di tutte le eventuali particolarità, ecc.

Nella relazione mensile, saranno rappresentate le attività di misurazione geotecnica del mese successivo e fatto riferimento ad eventuali particolarità attese.

8.7.1

8.7.1 DOCUMENTI DI BASE

Sono stati utilizzati i seguenti documenti di base:

- Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema "Infrastruttura" del sistema ferroviario transeuropeo convenzionale, 2014/1299/EU del 18 novembre 2014
- UNI-EN-13848 1 e 5
- Istruzione tecnica di RFI „Standard di qualità geometrica del binario con velocità fino a 300 km/h” RFI TCAR ST AR 01 001 C del 20.6.2007

8.7.2

8.7.2 PARAMETRI

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

I valori dei cedimenti calcolati nei due calcoli dei cedimenti summenzionati fanno riferimento all'intero corpo ferroviario in sezione e non ai binari. Per il corpo ferroviario è ammesso un valore inferiore a 5 cm per i cedimenti residui, secondo il "Manuale di progettazione per il corpo ferroviario" RFI DINIC MA CS 00 001 C. I valori determinati, calcolati con un approccio di calcolo conservativo non eccedono questo valore limite.

Le influenze dei cedimenti determinanti per la sicurezza dell'esercizio ferroviario non fanno riferimento al corpo ferroviario, sino ai binari e quindi sono minori.

I seguenti parametri geometrici saranno utilizzati come base per il monitoraggio della qualità geometrica della linea esistente RFI nella zona del sottoattraversamento dell'Isarco:

- Livello longitudinale (avvallamento) per ogni singola rotaia
Lunghezza della base di misurazione 25 m
- Livello trasversale, cioè dislivello fra le due rotaie nella sezione trasversale
- Allineamento planimetrico
Lunghezza della base di misurazione 25 m
- Sghembo del binario
Lunghezza della base di misurazione 3 m
- Variazione d'inclinazione, cedimento e spostamento laterale dei pali della linea di contatto

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

8.7.3

8.7.3.1

8.7.3 SOGLIE ED INTERVENTI

8.7.3.1 DEFINIZIONE

Facendo riferimento alla STI "Infrastruttura" ed alla istruzione tecnica di RFI „Standard di qualità geometrica del binario con velocità fino a 300 km/h" si definiscono le seguenti soglie:

Limite d'avviso

Il limite d'avviso è quel valore di soglia che, se superato, rende necessario la verifica a breve termine della misurazione, l'indagine concreta della geometria dei binari sul posto, la segnalazione alla direzione dei lavori, la valutazione dello svolgimento delle attività eseguite al fine di definire eventuali ottimizzazioni per minimizzare il verificarsi dei cedimenti, nonché, in caso di un'anomalia, la segnalazione dell'avvenuto superamento a RFI.

Questo valore viene stabilito secondo la summenzionata istruzione tecnica (vedi capitolo III per il 2° livello) nel modo seguente:

- Allineamento planimetrico (capitolo III.4) 14 mm
- Livello longitudinale (capitolo III.5) 16 mm
- Livello trasversale (capitolo III.6) 15 mm
- Per lo sghembo il valore viene stabilito secondo il capitolo III per il 1° livello:
- Sghembo del binario (capitolo III.7) $\gamma_3 \leq 4,5\%$
- Per i pali della linea di contatto viene stabilito quanto segue:
 - Variazione d'inclinazione, cedimento e spostamento laterale dei pali della linea di contatto
 - Variazione d'inclinazione 5mm/m
 - Cedimento 20 mm
 - spostamento laterale 10 mm

La posizione effettiva in relazione al binario sarà accertata dall'Appaltatore di concerto con RFI prima dell'inizio dei lavori. I relativi esiti saranno comunicati

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

alla D.L. ed a BBT SE.

Limite di allerta

Il limite di allerta è quel valore di soglia che, se superato, rende necessario la verifica a breve termine della misurazione e la verifica concreta della geometria dei binari sul posto, la segnalazione alla direzione dei lavori ed a RFI e l'implementazione di interventi concreti durante l'esecuzione della costruzione, per evitare di raggiungere il valore limite.

Questo valore viene stabilito secondo la summenzionata istruzione tecnica (vedi capitolo III per il 3° livello) nel modo seguente:

- Allineamento planimetrico (capitolo III.4) <18,2 mm
- Livello longitudinale (capitolo III.5) <20,8 mm
- Livello trasversale (capitolo III.6) <20 mm
- Per lo sghembo il valore viene stabilito secondo il capitolo III per il 2° livello:
- Sghembo del binario (capitolo III.7) $\gamma_3 \leq 5,8\%$
- Per i pali della linea di contatto viene stabilito il seguente:
- Variazione d'inclinazione, cedimento e spostamento laterale dei pali della linea di contatto.
- In caso di superamento di almeno una delle soglie d'allerta, è necessario verificare la posizione del conduttore della linea di contatto. Tenendo in considerazione gli spostamenti subiti dalle fondazioni dei pali della linea di contatto e dal binario in relazione alla posizione effettiva rilevata prima dell'inizio dei lavori, dovrà essere verificato da RFI se vi siano ancora riserve sufficienti per la posizione longitudinale e trasversale del conduttore della linea di contatto. In caso contrario, è indispensabile che RFI intraprenda già adesso tempestivamente i necessari provvedimenti.
- Variazione d'inclinazione <10 mm/m

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- Cedimento <30 mm
- spostamento laterale <20 mm

Valore limite

Il valore limite è quel valore che dopo essere stato raggiunto rende necessario:

- l'adozione di misure in cantiere sull'esecuzione dei lavori, aggiuntive rispetto alle misure richieste in caso del raggiungimento del limite di allerta
- l'adozione di eventuali vincoli all'esercizio ferroviario.

Questo valore viene stabilito secondo la summenzionata istruzione tecnica (vedi capitolo IV) nel modo seguente:

- Allineamento planimetrico (capitolo IV.3) <23 mm
- Livello longitudinale (capitolo IV.4) <22 mm
- Livello trasversale (capitolo IV.5) <20 mm
- Sghembo del binario (capitolo IV.6) $\gamma \leq 6,5\%$

Per i pali della linea di contatto viene stabilito quanto segue:

Variazione d'inclinazione, cedimento e spostamento laterale dei pali della linea di contatto:

I valori limite variano in relazione alle riserve della posizione effettiva del conduttore di contatto.

In caso di superamento di almeno una delle soglie d'allerta, è necessario verificare la posizione del conduttore della linea di contatto.

Tenendo in considerazione gli spostamenti subiti dalle fondazioni dei pali della linea di contatto e dal binario in relazione alla posizione effettiva rilevata prima dell'inizio dei lavori, dovrà essere verificato da RFI se vi siano ancora riserve sufficienti per la posizione longitudinale e trasversale del conduttore della linea di

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

contatto. In caso contrario, è indispensabile che RFI intraprenda tempestivamente i necessari provvedimenti.

8.7.3.2

8.7.3.2 INTERVENTI NEL CASO DI SUPERAMENTO DELLE SOGLIE

Limite d'avviso

Nel caso di una misura oltre il limite d'avviso, l'appaltatore verificherà l'attendibilità del dato con misure di controllo straordinarie. In caso di superamento, l'appaltatore provvederà ad intensificare la frequenza di misura a 5 minuti.

A partire dalla validazione del superamento della soglia d'avviso l'appaltatore provvederà a:

- avvertire la Direzione Lavori del superamento della soglia d'avviso
- inviare entro 2 ore un proprio addetto, abilitato alla protezione cantieri, per un controllo sul posto della zona del superamento della soglia d'avviso.

Nel caso si rilevassero delle reali anomalie riscontrabili a vista, la Direzione Lavori avvisa immediatamente il committente BBT SE e RFI e organizza un sopralluogo con:

- il committente BBT SE
- RFI
- l'appaltatore
- la persona responsabile per le misurazioni da parte dell'appaltatore

per valutare congiuntamente la situazione e definire le misure precauzionali necessarie.

Limite di allerta

Nel caso di una misura oltre il limite d'avviso, l'appaltatore verificherà l'attendibilità del dato con misure di controllo straordinarie. In caso di superamento, l'appaltatore provvederà ad intensificare la frequenza di misura a 5 minuti.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

A partire dalla validazione del superamento della soglia di allerta l'appaltatore provvede a

- avvertire immediatamente la Direzione Lavori del superamento della soglia di allerta
- avvertire immediatamente il committente BBT SE del superamento della soglia di allerta
- avvertire immediatamente RFI del superamento della soglia di allerta
- inviare entro 1 ora un proprio addetto, abilitato alla protezione cantieri, per un controllo sul posto della zona del superamento della soglia di allerta.

Nel caso si rilevassero delle reali anomalie riscontrabili a vista, la Direzione Lavori organizza un sopralluogo con:

- il committente BBT SE
- RFI
- l'appaltatore
- la persona responsabile per le misurazioni da parte dell'appaltatore

per valutare congiuntamente la situazione e definire le misure precauzionali necessarie per evitare un ulteriore aumento dei valori fino ai valori limite.

L'appaltatore assicurerà, nel caso di un ulteriore aumento dei valori monitorati, la disponibilità di un proprio addetto, abilitato alla protezione cantieri, e sempre disponibile entro 30 minuti dalla richiesta da parte della Direzione Lavori in grado di effettuare un esame visivo della zona del superamento della soglia.

Valore limite

Nel caso di una misura oltre il valore limite l'appaltatore verificherà immediatamente l'attendibilità del dato con misure di controllo straordinarie. In caso di conferma del superamento del valore limite, l'appaltatore provvederà ad intensificare la frequenza di misura a 5.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

A partire dalla validazione del superamento del valore limite l'appaltatore provvede a:

- avvertire immediatamente la Direzione Lavori del superamento del valore limite
- avvertire immediatamente il committente BBT SE del superamento del valore limite
- avvertire immediatamente RFI del superamento del valore limite
- inviare entro 30 minuti un proprio addetto, abilitato alla protezione cantieri, per un controllo sul posto della zona del superamento del valore limite.

Nel caso si rilevassero delle reali anomalie riscontrabili a vista, la Direzione Lavori organizza un sopralluogo con:

- il committente BBT SE
- RFI
- l'appaltatore
- a persona responsabile per le misurazioni da parte dell'appaltatore

per valutare congiuntamente la situazione e definire le misure necessarie.

In questo caso saranno adottati relativamente ai parametri "allineamento", "livello longitudinale", "livello trasversale" e "sghembo" i provvedimenti previsti nel capitolo IV della istruzione RFI sopraindicata:

- superamento del valore limite "allineamento": rallentamento $V_{ral} \leq 60$ km/h (capitolo IV.3) e intervento correttivo da realizzarsi prima possibile
- superamento del valore limite "livello longitudinale: rallentamento $V_{ral} \leq 60$ km/h (capitolo IV.4) e intervento correttivo da realizzarsi prima possibile
- superamento del valore limite "livello trasversale": intervento correttivo da realizzarsi

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

prima possibile (capitolo IV.5)

- superamento del valore limite “sghembo”: interruzione della circolazione e ripresa della circolazione solo dopo l’esecuzione degli interventi di correzione (capitolo IV.6)

Relativamente alla “variazione d’inclinazione”, al “cedimento” e allo “spostamento laterale” dei pali della linea di contatto, saranno intrapresi da parte di RFI i provvedimenti definiti dopo una verifica delle riserve relative alla posizione del conduttore della linea di contatto in considerazione degli spostamenti subiti dalle fondazioni dei pali della linea di contatto.

8.8

8.8 MONITORAGGIO AUTOSTRADA DEL BRENNERO A22

In relazione dei cedimenti previsti per l’Autostrada del Brennero A22 causati dagli interventi principali di costruzione del sottoattraversamento dell’Isarco, questo capitolo serve per definire:

- i parametri geometrici da monitorare
- i limiti per garantire livelli di qualità
 - limite d’avviso
 - limite di allerta
 - valore limite
- e gli interventi da eseguire per garantire i livelli di qualità.

8.8.1

8.8.1 DOCUMENTI DI BASE

Sono stati utilizzati i seguenti documenti di base saranno:

- Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade; Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Roma, 5.11.2001, [1]
- Progetto esecutivo dell’Autostrada del Brennero, tratto Cave – Chiusa, 1964, allegato 5, profilo longitudinale [2]

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- Geotecnica, geomeccanica, prassi ingegneristica, Möller Gerd, Editore Ernst&Sohn, 2013, [3]

8.8.2

8.8.2 CONDIZIONI DI FATTO DELL'A22

Dato che non sono a disposizione documenti dello stato di fatto dell'Autostrada del Brennero A22, le condizioni di fatto e di luogo sono state evinte dal profilo del progetto esecutivo 1964 [2].

- Tracciato planimetrico:

Nella zona del sottoattraversamento dell'autostrada l'autostrada si sviluppa in rettilineo e, subito dopo l'attraversamento della galleria principale binario pari, in direzione del Brennero il tracciato si sviluppa con una curva a sinistra con raggio minimo di 800 m.

- Tracciato altimetrico:

La livelletta dell'A22 nella zona del Rio Bianco si sviluppa in salita in direzione del Brennero e presenta una variazione di pendenza con vertice altimetrico verso l'alto (raccordo altimetrico convesso). La tangente iniziale ha una pendenza in salita pari al 3,23%, in direzione del Brennero, segue una pendenza in salita pari al 0,40%. Il raccordo verticale del cambio di pendenza si trova quasi esattamente al di sopra della galleria principale binario pari, e ha un raggio circolare di 15.000 m.

In corrispondenza del punto di sovrappasso dell'opera ferroviaria risulta una pendenza longitudinale effettiva dell'A22 pari al 1,59% per la galleria principale ferroviaria binario dispari e, pari al 0,46%, per la galleria principale ferroviaria binario pari.

Il successivo raccordo altimetrico con vertice altimetrico verso il basso (raccordo altimetrico concavo) in direzione Prà di Sopra ha un raggio di raccordo verticale di 10.000 m.

I valori minimi del raccordo verticale nel tratto Cave – Chiusa sono pari a:

- Raccordo altimetrico convesso: 10.000 m (p.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

es. nella zona di Mezzaselva)

- Raccordo altimetrico concavo: 7.500 m (p.es. nella zona di Varna, a Bressanone ed a sud della Galleria di Bressanone)

- Pendenza trasversale:

Non sono noti alcuni dati a tale riguardo, però si può ipotizzare che nella zona del sottoattraversamento la pendenza trasversale corrisponde alla pendenza trasversale minima di 2,5% necessaria per lo scarico sicuro dell'acqua.

8.8.3

8.8.3 PARAMETRI

Sulla base di progetti simili internazionali i seguenti parametri geometrici sono stati utilizzati come base per il monitoraggio della qualità geometrica dell'Autostrada del Brennero A22 nella zona del sottoattraversamento dell'Isarco:

- Cambiamento della pendenza longitudinale / distorsione angolare
- Raggio raccordo verticale minimo per l'avvallamento.

8.8.3.1

8.8.3.1 REQUISITI MINIMI PER I RACCORDI VERTICALI

In base alle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" sono stati verificati i valori minimi per i raccordi verticali:

La base per questo è la distanza di visibilità richiesta secondo il capitolo "Distanza di visibilità per l'arresto" [1]. Con una pendenza longitudinale del 3% e una velocità V_0 di 110 km/h secondo Illustrazione 5.1.2b in [1] la distanza di visibilità per l'arresto D è di circa 160m. Dato che la distanza di visibilità per l'arresto D è più piccola della lunghezza del raccordo altimetrico convesso, il raggio minimo richiesto per tale raccordo si calcola in base alla formula 1, e fornisce un valore di ca. 6.900 m.

Per il raccordo altimetrico concavo il raggio minimo richiesto si calcola in base alla formula 1, si ottiene un

valore di ca. 3.900 m.

Questo dimostra che i valori esistenti sono nettamente maggiori dei valori minimi richiesti.

8.8.3.2

8.8.3.2 CRITERI PER LA DISTORSIONE ANGOLARE

La distorsione angolare è quel valore che permette di valutare il cedimento differenziale in base all'avvallamento.

La distorsione angolare risulta dal rapporto della differenza di cedimento dei punti adiacenti e della loro distanza $\Delta s/l_{ij}$. Secondo la seguente tabella, questo corrisponde alla tangente dell'angolo β e viene riportata come rapporto 1:x o in per mille.

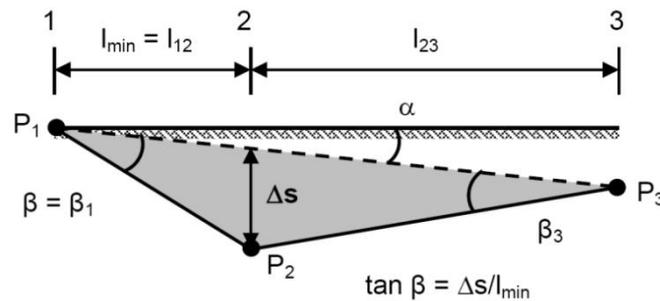


Illustrazione 5: Distorsione angolare

La distorsione angolare è la misura critica per la vulnerabilità di opere. A questo proposito Bjerrum ha stabilito la seguente relazione tra la distorsione angolare e i criteri di danno [3].

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

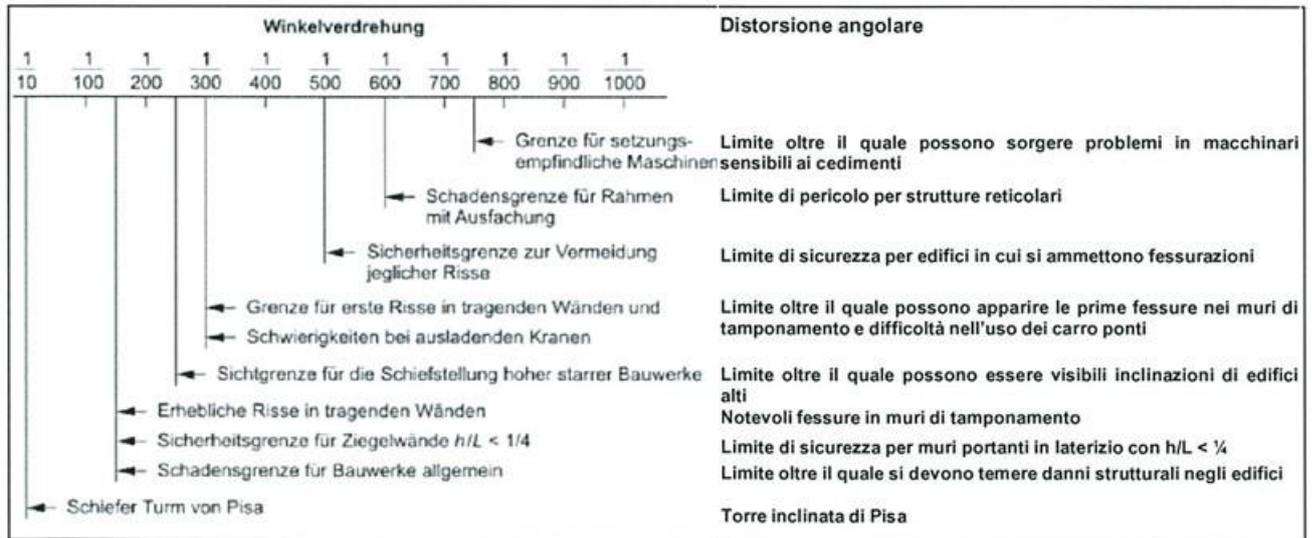


Illustrazione 6: Criteri di danno per distorsioni angolari secondo Bjerrum [3]

8.8.4

8.8.4 SOGLIE ED INTERVENTI

8.8.4.1

8.8.4.1 DEFINIZIONE DELLE SOGLIE

Si definiscono le seguenti soglie:

Limite d'avviso

Il limite d'avviso è quel valore di soglia che, se superato, rende necessario la verifica a breve termine della misurazione, l'indagine concreta della situazione sul posto, la segnalazione alla direzione dei lavori, la valutazione dello svolgimento delle attività eseguite al fine di definire eventuali ottimizzazioni per minimizzare il verificarsi dei cedimenti, nonché, in caso di un'anomalia, la segnalazione dell'avvenuto superamento alla A22.

Questo valore viene stabilito nel modo seguente:

- Cambiamento del livello longitudinale / distorsione angolare: 1:1.200 o 0,833‰
- Raggio del raccordo verticale per l'avvallamento:

Qui vengono utilizzati i valori dei raccordi altimetrici dell'autostrada esistente nella zona di Mezzaselva:

- raccordi altimetrici convessi 15.000 m

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- raccordi altimetrici concavi 10.000 m

Limite di allerta

Il limite di allerta è quel valore di soglia che, se superato, rende necessario la verifica a breve termine della misurazione e la verifica concreta della situazione sul posto, la segnalazione alla direzione dei lavori ed alla A22 e l'implementazione di interventi concreti durante l'esecuzione della costruzione, per evitare di raggiungere il valore limite.

Questo valore viene stabilito nel modo seguente:

- Cambiamento della pendenza longitudinale / distorsione angolare: 1:800 o 1,250‰ Si fa riferimento al fatto che in base ai summenzionati criteri di danno per distorsioni angolari secondo *Bjerrum* (vedi [3]) con questo valore non si manifestano ancora ripercussioni in edifici su macchinari sensibili ai cedimenti.
- di raccordo verticale per l'avvallamento: Qui vengono applicati i valori minimi dei raccordi altimetrici dell'autostrada nel tratto Cave – Chiusa:
 - raccordi altimetrici convessi 10.000 m
 - raccordi altimetrici concavi 7.500 m

Valore limite

Il valore limite è quel valore che dopo essere stato raggiunto rende necessario:

- l'adozione di misure in cantiere sull'esecuzione dei lavori, aggiuntive rispetto alle misure richieste in caso del raggiungimento del limite di allerta
- l'adozione di eventuali misure di limitazione all'esercizio autostradale.

Questo valore viene stabilito nel modo seguente:

- Cambiamento della pendenza longitudinale / distorsione angolare: 1:600 o 1,667 % Si fa riferimento al fatto che in base ai criteri di danno per distorsioni angolari secondo *Bjerrum* (vedi [3]) con questo valore non si manifestano

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

fessure/crepe e quindi non sono da aspettarsi danni nelle opere.

- Raggio di raccordo verticale per l'avvallamento:

Qui sono applicati i valori minimi richiesti:

- raccordi altimetrici convessi 7.000 m
- raccordi altimetrici concavi 4.000 m

Dal calcolo ad elementi finiti della galleria naturale alla progr. 54+370 circa, si ha un cedimento massimo in corrispondenza del piano campagna pari a 15 mm.

L'entità dei cedimenti attesi risulta altresì ampiamente compatibile con le caratteristiche dell'infrastruttura.

8.8.4.2

8.8.4.2 INTERVENTI NEL CASO DI SUPERAMENTO DELLE SOGLIE

Limite d'avviso

Nel caso di una misura oltre il limite d'avviso, l'appaltatore verificherà l'attendibilità del dato con misure di controllo straordinarie. In caso di superamento, l'appaltatore provvederà ad intensificare la frequenza di misura a 15 minuti.

A partire dalla validazione del superamento della soglia d'avviso l'appaltatore provvederà immediatamente a:

- avvertire la Direzione Lavori del superamento della soglia d'avviso
- inviare entro 2 ore un proprio addetto, abilitato alla protezione cantieri, per un controllo sul posto della zona del superamento della soglia d'avviso.

Nel caso si rilevassero delle reali anomalie riscontrabili a vista, la Direzione Lavori avvisa il committente BBT SE e la A22 e organizza un sopralluogo con:

- il committente BBT SE
- A22
- l'appaltatore

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- la persona responsabile per le misurazioni da parte dell'appaltatore

per valutare congiuntamente la situazione e definire delle misure precauzionali necessarie.

Limite di allerta

Nel caso di una misura oltre il limite d'allerta, l'appaltatore verificherà l'attendibilità del dato con misure di controllo straordinarie. In caso di superamento, l'appaltatore provvederà ad intensificare la frequenza di misura nel tratto interessato a 10 minuti.

A partire dalla validazione del superamento della soglia di allerta l'appaltatore immediatamente provvede a:

- avvertire la Direzione Lavori del superamento della soglia di allerta
- avvertire il committente BBT SE del superamento della soglia di allerta
- avvertire immediatamente A22 del superamento della soglia di allerta
- inviare entro 1 ora un proprio addetto, abilitato alla protezione cantieri, per un controllo sul posto della zona del superamento della soglia di allerta.

Nel caso si rilevassero delle reali anomalie riscontrabili a vista, la Direzione Lavori organizza un sopralluogo con

- il committente BBT SE
- A22
- l'appaltatore
- la persona responsabile per le misurazioni da parte dell'appaltatore

per valutare congiuntamente la situazione e definire le misure precauzionali necessarie per evitare un ulteriore aumento dei valori fino ai valori limite.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Valore limite

Nel caso di una misura oltre il valore limite, l'appaltatore verificherà l'attendibilità del dato con misure di controllo straordinarie. In caso di superamento, l'appaltatore provvederà ad intensificare la frequenza di misura a 5 minuti.

A partire dalla validazione del superamento del valore limite l'appaltatore immediatamente provvede a

- avvertire immediatamente la Direzione Lavori del superamento del valore limite
- avvertire immediatamente il committente BBT SE del superamento del valore limite
- avvertire immediatamente A22 del superamento del valore limite
- inviare entro 40 minuti un proprio addetto, abilitato alla protezione cantieri, per un controllo sul posto della zona del superamento del valore limite.

Nel caso si rilevassero delle reali anomalie riscontrabili a vista, la Direzione Lavori organizza un sopralluogo con:

- il committente BBT SE
- A22
- l'appaltatore
- la persona responsabile per le misurazioni da parte dell'appaltatore

per valutare congiuntamente la situazione e definire le misure necessarie.

In questo caso possono anche essere disposti dei provvedimenti di limitazione dell'esercizio per l'autostrada:

- riduzione della velocità massima sull'autostrada a ≤ 90 km/h

Se possibile devono essere effettuati il più presto possibile interventi di correzione del piano viabile autostradale, p.es. compensando difetti locali con

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

ricariche di conglomerato bituminoso adeguato.

8.8.5

8.8.5 FREQUENZA DEI RILEVAMENTI

La frequenza dei rilevamenti è stata descritta già in modo dettagliato dalla lettura di zero e misurazioni continue fino alle misurazioni finali, e viene qui di seguito riassunta:

- la lettura di zero della postazione strumentata sarà eseguita entro un'ora dalla posa del dispositivo di misurazione;
- Le sezioni di misura nelle sezioni di attacco, nelle scarpate, nella Strada Statale SS12 sono da sottoporre a misurazione almeno una volta al giorno;
- Nei punti di misura per il monitoraggio dell'Autostrada A22, della linea storica della ferrovia (incluse le relative opere) e del margine di scavo del versante Rio Vallaga sarà eseguita una misurazione continua tramite procedimento di misura automatizzato in continuo.

Le misurazioni saranno eseguite almeno fino a quando sarà raggiunta con il riempimento degli scavi la quota del bordo superiore del diaframma e fino all'esecuzione del rivestimento definitivo delle gallerie naturali;

- Per gli scavi, le sezioni di misurazione sono da sottoporre a misurazione almeno una volta al giorno.

È necessaria una lettura continuativa degli inclinometri verticali e della sollecitazione dei puntoni.

Le misurazioni saranno eseguite fino alla realizzazione dell'opera galleria.

Nei punti di misura degli scavi in prossimità dell'Autostrada A22 e della linea ferroviaria storica, sarà eseguita una misurazione in continuo, impiegando procedimenti di misura automatizzati.

Nel caso di mancato funzionamento del sistema di misurazione in continuo dei singoli punti, le misurazioni saranno, in questi punti, comunque eseguite normalmente con frequenza minima di

Fachbereich: Bauwerksplanung
 Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
 (Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere
 Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

almeno 3 volte al giorno.

- Per le opere in galleria artificiale, la misurazione dei cedimenti avverrà, durante il rinterro, con una frequenza di 1 volta al giorno.

Terminati i lavori di rinterro, le misurazioni dei cedimenti dovranno avvenire, almeno, con frequenza settimanale.

Nel caso in cui, tra due intervalli di misura, viene rilevata una riduzione dell'incremento delle deformazioni, e detto incremento è inferiore di 1mm/settimana, la misurazione dei cedimenti potrà avvenire ad intervalli temporali più ampi (cioè almeno 1 volta al mese).

Di seguito si riportano tabelle di sintesi delle frequenze dei rilevamenti per opere.

Strumentazione	Modalità di Acquisizione	Fase operativa Scavo/Costruzione Pozzo	Fase operativa Lavorazioni in Galleria 1° mese	Fase operativa Lavorazioni in Galleria 2° e 3° mese
Punto di misura 3d Struttura	Manuale	1/1gg	1/7gg	1/15gg
Punto di misura 3d Terreno	Manuale	1/1gg	1/7gg	1/15gg
Inclinometri Verticali	Manuale	1/7gg 1/2m scavo	1/15gg	1/30gg
Piezometri	Manuale	1/7gg 1/2m scavo	1/15gg	1/30gg
Piezometri elettrici	Automatico	1h	4h	6h
Celle di Carico	Automatico	1h	4h	6h

Frequenza delle misure - Pozzi

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Strumentazione	Modalità di Acquisizione	Fase operativa Scavo	Fase operativa Lavorazioni <50m	Fase operativa Lavorazioni >50m	Fase operativa Tombamento/In Esercizio
Punto di misura 3d	Manuale	-	1/1gg	1/2gg	-
Punto di misura 3d	Automatica	4h	4h	4h	-
Inclinometri Verticali	Automatico	1h	2h	6h	12h
Inclinometri Orizzontali	Automatico	1h	2h	6h	12h
Celle di Carico	Automatico	-	1h	6h	12h

Frequenza delle misure - Gallerie artificiali

Strumentazione	Modalità di Acquisizione	Fase operativa Lavorazioni <50m	Fase operativa Lavorazioni >50m e <150m	Fase operativa Lavorazioni >150m	Fase operativa In Esercizio
Punto di misura 3d	Manuale	1/1gg	1/2gg	1/7gg	-
Punto di misura 3d	Automatica	4h	6h	12h	12h
Estensimetri	Automatico	1h	4h	6h	12h

Frequenza delle misure - Area Nord Fiume Isarco (A22-SS12)

Strumentazione	Modalità di Acquisizione	Fase operativa Fronte Scavi <50m	Fase operativa Fronte Scavi >50m
Piezometro a tubo aperto	Manuale	1/7gg	1/30gg

Frequenza delle misure freaticometriche

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Strumentazione	Modalità di Acquisizione	Fase operativa Lavorazioni <150m	Fase operativa Lavorazioni >150m	Fase operativa In Esercizio
Punto di misura 3d	Manuale	1/1gg	1/7gg	-
Punto di misura 3d	Automatica	4h	6h	12h
Fibre Ottiche	Automatico	1h	6h	12h
Estensimetri	Automatico	1h	6h	12h

Frequenza delle misure - Area Sud Fiume Isarco (Linea Storica)

8.8.6

8.8.6 RESTITUZIONE DEI DATI

La restituzione avverrà secondo il programma di dettaglio di misurazione approvato da BBT SE.

Tutti i dati, inoltre, saranno restituiti in formato adeguato per l'inserimento nella piattaforma di collaborazione 2doc del Committente.

Termini di restituzione dati:

- I dati delle misurazioni automatizzati saranno trasmessi in continuo alla Direzione Lavori e a BBT SE, e saranno correlati graficamente con i valori d'avviso, di allerta e limite per creare una sintesi che permette una visione generale dello stato attuale.
- Al superamento dei valori d'avviso, di allerta e limite, in conformità al piano di allarme e di emergenza, i soggetti previsti saranno informati via SMS, tramite chiamata automatizzata con annuncio vocale computerizzato e, contemporaneamente, tramite e-mail.
- L'analisi e la rappresentazione grafica degli altri risultati delle misurazioni saranno eseguite immediatamente ed in continuo, al fine di poter avviare immediatamente, se necessario, i necessari interventi atti a contrastare un

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

incremento grande e/o progressivo delle deformazioni, e per un corrispondente adeguamento degli interventi di stabilizzazione.

L'appaltatore metterà a disposizione di BBT SE e della D.L., l'analisi continua dei dati e presenterà ogni mese, un'accurata e chiara relazione delle misurazioni.

8.8.7

8.8.7 VALORI DI SOGLIA STRUMENTALI

Di seguito si riportano i valori di soglia stabiliti degli strumenti relativi alle opere monitorate, secondo i tre livelli di limite di avviso, allerte e valore limite.

Strumentazione	Limite di Avviso	Limite di Allerta	Valore Limite
Inclinometro Verticale	±5 mm	±8 mm	±12 mm
Inclinometro Orizzontale	±8 mm	±12 mm	±20 mm
Punto di misura 3d – Componente altimetrica	±5 mm	±8 mm	±12 mm
Punto di misura 3d – Componente planimetrica	±8 mm	±15 mm	±20 mm
Cella di Carico	550 kN	640 kN	1000 kN

Gallerie Artificiali Interconnessione Dispari

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Strumentazione	Limite di Avviso	Limite di Allerta	Valore Limite
Inclinometro Verticale	±5 mm	±8 mm	±10 mm
Inclinometro Orizzontale	±10 mm	±25 mm	±35 mm
Punto di misura 3d – Componente altimetrica	±5 mm	±8 mm	±10 mm
Punto di misura 3d – Componente planimetrica	±10 mm	±25 mm	±35 mm
Cella di Carico	1000 kN	1400 kN	2300 kN

Gallerie Artificiali Binario Dispari

Strumentazione	Limite di Avviso	Limite di Allerta	Valore Limite
Inclinometro Verticale	±8 mm	±10 mm	±15 mm
Inclinometro Orizzontale	±10 mm	±25 mm	±35 mm
Punto di misura 3d – Componente altimetrica	±8 mm	±10 mm	±15 mm
Punto di misura 3d – Componente planimetrica	±10 mm	±25 mm	±35 mm
Cella di Carico	1500 kN	1900 kN	2300 kN

Gallerie Artificiali Binario Pari

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Strumentazione	Limite di Avviso	Limite di Allerta	Valore Limite
Punto di misura 3d – Componente altimetrica	20 mm	<30 mm	vedi nota 1
Punto di misura 3d – Componente planimetrica	10 mm	<20 mm	vedi nota 1
Variazione inclinazione	5 mm/m	10 mm/m	vedi nota 1

Linea di Contatto RFI - Pali trazione elettrica

NOTA 1 - I valori limite della variazione di inclinazione variano in relazione alla posizione effettiva della linea di contatto, verranno quindi definiti in funzione di tale posizione, che verrà rilevata a valle dell'installazione dei punti di misura 3d sui pali TE

In caso di superamento di almeno una delle soglie d'allerta, è necessario verificare la posizione del conduttore della linea di contatto.

Strumentazione	Limite di Avviso	Limite di Allerta	Valore Limite
Punto di misura 3d – Componente altimetrica	±6 mm	±10 mm	±20 mm
Estensimetri	±6 mm	±10 mm	±20 mm

Gallerie naturali

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Strumentazione	Limite di Avviso	Limite di Allerta	Valore Limite
Inclinometro Verticale	10 mm	15 mm	20 mm
Punto di misura 3d – Componente planimetrica	10 mm	15 mm	20 mm
Cella di Carico	2500 kN	3000 kN	3500 kN
Piezometri elettrici	10 kPa	30 kPa	50 kPa

Pozzi

Livello di criticità	Soglie critiche	Fase operativa
Molto basso-Basso	Valori di normale entità	Generica vigilanza
Basso-Medio	Allineamento planimetrico 14 mm Livello longitudinale 16 mm Livello strasversale 15 mm Sghembo binario $y_3 \leq 4,5\%$ Variazione inclinazione pali 5 mm/m Cedimento pali 20 mm Spostamento laterale pali 10 mm	Avviso
Medio-Elevato	Allineamento planimetrico <18,2 mm Livello longitudinale <20,8 mm Livello strasversale <20 mm Sghembo binario $y_3 \leq 5,8\%$ Variazione inclinazione pali <10 mm/m Cedimento pali <30 mm Spostamento laterale pali <20 mm	Allerta
Elevato-Molto-Estremamente elevato	Allineamento planimetrico <23 mm Livello longitudinale <22 mm Livello strasversale <20 mm Sghembo binario $y_3 \leq 6,5\%$ Variazione inclinazione pali vedi nota 1 Cedimento pali vedi nota 1 Spostamento laterale pali vedi nota 1	Allarme

Linea storica

NOTA 1 - I valori limite della variazione di inclinazione variano in relazione alla posizione effettiva della linea di contatto, verranno quindi definiti in funzione di tale posizione, che verrà rilevata a valle dell'installazione dei punti di misura 3d sui pali TE.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

In caso di superamento di almeno una delle soglie d'allerta, è necessario verificare la posizione del conduttore della linea di contatto.

Livello di criticità	Soglie critiche	Fase operativa
Molto basso-Basso	Valori di normale entità	Generica vigilanza
Basso-Medio	Cambiamento pendenza longitudinale/distorsione angolare 1/1200-0,833‰	Avviso
Medio-Elevato	Cambiamento pendenza longitudinale/distorsione angolare 1/800-1,250‰	Allerta
Elevato-Molto-Estremamente elevato	Cambiamento pendenza longitudinale/distorsione angolare 1/600-1,667‰	Allarme

Autostrada A22 e SS12

8.8.8

8.8.8 COMPETENZE

Di seguito vengono specificati i soggetti responsabili per l'esecuzione delle diverse attività previste:

A carico appaltatore:

- Fornitura, installazione, messa in funzione, collaudo, messa a disposizione, gestione e manutenzione del sistema completo di monitoraggio secondo i requisiti temporali e per tutto il periodo di costruzione e lo smantellamento al termine dei lavori;
- Esecuzione del programma di dettaglio di misurazioni, rilevamenti e/o misurazioni e coordinamento incluso l'acquisizione, la trasmissione, la gestione e l'archiviazione dati;
- Restituzione misure e risultati dei rilevamenti;
- Ottenimento autorizzazioni soggetti gestori infrastrutture interferite;
- Adozione provvedimenti disposti dalla D.L., inerenti l'esecuzione dei lavori;

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- Adozione provvedimenti previsti nel programma di dettaglio di monitoraggio e/o disposti dalla Direzione lavori;
- Rilevamento della posizione effettiva della linea di contatto in relazione al binario prima dell'inizio dei lavori.

Non a carico dell'appaltatore bensì a carico di altre figure:

- Valutazione ed accettazione valutazione: a carico della D.L.;
- Adozione provvedimenti sulla linea ferroviaria esistente: a carico RFI, salvo diversa disposizione contenuta nelle autorizzazioni rilasciate da RFI;
- Adozione provvedimenti sull'Autostrada A22: a carico Società A22, salvo diversa disposizione contenuta nelle autorizzazioni rilasciate dalla Società A22;
- Adozione provvedimenti su altre infrastrutture interferite: a carico soggetto gestore infrastruttura interferita, salvo diversa disposizione contenuta nelle autorizzazioni rilasciate dal soggetto gestore medesimo;
- Verifica della posizione del conduttore della linea di contatto relativa a riserve sufficienti in caso di superamento di almeno una delle soglie d'allerta dei pali della linea di contatto: a carico RFI su incarico di BBT SE;
- Adozione dei provvedimenti in caso che non si verificano delle riserve sufficienti: a carico RFI su incarico di BBT SE.

9

9.1

9 VIBRAZIONI

9.1 PREMESSA

Nella fase costruttiva le vibrazioni si possono sviluppare soprattutto per i seguenti motivi:

- a causa dei lavori che provocano un intervento sul terreno come lavori di scavo, scavo con esplosivi, di carotaggio, di trivellazione, lavori di compattazione, esecuzione dei diaframmi;
- a causa dei veicoli in movimento all'interno del cantiere;
- a causa degli impianti fissi come impianti di depurazione per additivi di calcestruzzo.

Le persone e i beni materiali sono interessati dalle vibrazioni nei seguenti modi:

- compromissione della tranquillità e del benessere fisico dei frontisti;
- danneggiamento degli edifici in seguito alle vibrazioni.

Nel presente elaborato, ci si occupa non di valutare l'impatto ambientale delle vibrazioni per l'uomo, bensì, rispettivamente, di assicurare o evitare pericoli e rischi delle opere e degli edifici nella zona d'influenza del lotto di costruzione „Sottoattraversamento Isarco“.

Poiché, tuttavia, le misurazioni delle vibrazioni vengono utilizzate, in parte, anche per valutare l'azione sull'uomo, il presente elaborato contiene anche i relativi riferimenti.

Per evitare danni alle costruzioni, in particolare la formazione di crepe, devono essere rispettati i valori soglia ed in caso di avvicinamento e superamento di questi devono essere presi gli opportuni provvedimenti per abbassarli.

Per questo saranno eseguiti rilevamenti "ante operam" sugli edifici interessati con particolare attenzione ai danni delle costruzioni già esistenti e durante i lavori è necessario un continuo monitoraggio degli edifici esposti alle vibrazioni.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

9.2

9.2.1

9.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

9.2.1 SONO STATE UTILIZZATE LE SEGUENTI NORME

- UNI 9614:1990, "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo", UNI, Milano, Marzo 1990;
- UNI 9916:2004, "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici", UNI, Milano, Aprile 2004;
- ISO 2631, "Evaluation of human exposure to whole-body vibrations, Part 1: General Requirements", 1997;
- ISO 2631, "Evaluation of human exposure to whole-body vibrations, Part 2: Continuous and shock-induced vibrations in buildings (1 to 80 Hz)", 1989;
- DIN 4150, "Vibrations in buildings, Part 3: effects on structures", 1999 (English Language Version).

Per la tutela degli edifici dai danni, la norma di riferimento è la UNI 9916:2004. Questa norma contiene le disposizioni per l'esecuzione di misurazioni, elaborazione di dati, redazione di relazioni sulle misurazioni e stabilisce le soglie da rispettare.

I valori soglia della UNI 9916 sono tratti dalla DIN 4150-3 tedesca e dalla BS 7385 britannica.

I valori soglia secondo la DIN 4150-3 in lingua italiana sono indicati nelle tabelle D.1 e D.2 della UNI 9916, mentre in lingua tedesca ed inglese sono indicati nelle tabelle 1 e 3 delle rispettive versioni linguistiche della DIN 4150-3; le tabelle di seguito riassumono i valori soglia validi.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Klasse <i>Classe</i>	Gebäudeart <i>Tipo di edificio</i>	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i in mm/sec <i>Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v. in mm/sec</i>			
		Fundamentbereich <i>Fondazioni</i>			Oberste Deckenebene <i>Piano di soletta superiore</i>
		1- 10 Hz	10 – 50 Hz	50 – 100 Hz *)	Alle Frequenzen <i>Per tutte le frequenze</i>
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukt. Bauten <i>Edifici commerciali, industriali ed edifici similmente strutturati</i>	20	20 – 40	40 – 50	40
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten <i>Edifici residenziali ed edifici simili riguardo la costruzione e/o l'uso</i>	5	5 – 15	15 – 20	15
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind. <i>Costruzioni che a causa della loro particolare sensibilità alle vibrazioni non ricadono nelle classi 1 o 2 e che sono degne di essere conservate (per esempio</i>	3	3 – 8	8 – 10	8
*) Bei Frequenzen über 100 Hz dürfen mindestens die Anhaltswerte für 100 Hz angesetzt werden					
*) <i>Per frequenze oltre 100 Hz possono essere usati almeno i valori di riferimento per 100 Hz</i>					

Prospetto D.1 / UNI 9916:2004 (testo italiano dalla UNI),
Valori di riferimento al fine di valutare l'azione delle
vibrazioni di breve durata sulle costruzioni

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Klasse Classe	Gebäudeart Tipo di edificio	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i in mm/sec, oberste Deckenebene, horizontal, alle Frequenzen <i>Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v. in mm/sec, piano di soletta superiore, orizzontale, per tutte le frequenze</i>
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten <i>Edifici commerciali, industriali ed edifici similmente strutturati</i>	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten <i>Edifici residenziali ed edifici simili riguardo la costruzione e/o l'uso</i>	5
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschüt- terungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind <i>Costruzioni che a causa della loro particolare sensibilità alle vibrazioni non ricadono nelle classi 1 o 2 e che sono degne di essere conservate (per esempio costruzione sotto tutela dei monumenti)</i>	2,5

Prospetto D.2 / UNI 9916:2004 (testo italiano dalla UNI),
Valori di riferimento al fine di valutare l'azione delle
vibrazioni durature sulle costruzioni

Questi valori soglia sono stati scelti in modo che anche
superandoli leggermente non sia da aspettarsi una
compromissione del valore d'uso degli edifici.

Per la valutazione dell'effetto sulle persone, i valori
limite vengono scelti in modo da evitare durante la
notte il risveglio di persone e di spaventare le persone
durante il giorno. Valori corrispondenti sono noti dalla
ricerca sui terremoti. Per vibrazioni vengono fissati i
seguenti valori limite, i quali contengono un margine di
sicurezza di circa il 20%.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

	KB (ÖNorm S 9010) [m/s ²]	a _w (UNI 9614) [m/s ²]
Grenzwerte Mensch Tag (Erschrecken) Valori limite	8,0	0,29
Grenzwerte Mensch Nacht (Aufwachen) Valori limite persona	0,65	0,08

Valori limite per vibrazioni da lavori di costruzione, riguardo il benessere delle persone

In riferimento alle immissioni acustiche secondarie esistono delle ricerche secondo le quali lo spavento di una persona avviene se si verifica all'improvviso un livello massimo di ca. 80 dB.

Reazioni di risveglio durante la notte dipendono dal numero di eventi. Se si hanno ca. 4-5 eventi a notte, il valore limite di 55 dB per il livello massimo risulta opportuno.

Grenzwert Mensch Tag (Erschrecken) Valore limite persona giorno (Spavento)	80 dB
Grenzwert Mensch Nacht (Aufwachen) Valore limite persona notte (Risveglio)	55 dB

Valori limite per immissioni acustiche secondarie da lavori di costruzione, riguardo il benessere delle persone

9.3

9.3 METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

I rilevamenti delle vibrazioni saranno eseguiti in conformità alle norme e ai regolamenti della UNI 9916:2004. Ove dovessero mancare i regolamenti, viene applicata la DIN 4150-3.

Secondo la standardizzazione i rilevamenti possono avvenire sia tramite rilevatori di velocità che di accelerazione. Gli strumenti devono permettere la lettura dei risultati in forma di velocità di vibrazioni senza dover ricorrere a mezzi esterni. I rilevamenti ad un singolo luogo di misurazione devono avvenire per tutte le tre componenti x, y e z.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

Gli strumenti per le misurazioni per edifici devono essere installati con 2 rilevatori a 3 componenti, per ciascun edificio o gruppi di edifici interessati dal monitoraggio delle vibrazioni.

I valori indicativi di accelerazione ponderata a_w e il livello di immissione acustica secondaria $L_{A,max}$ necessari per la valutazione del benessere dei frontisti possono essere calcolati in base alle misurazioni di velocità delle vibrazioni, nel caso in cui non possano essere misurati direttamente.

All'interno degli edifici, nei quali vengono effettuate delle misurazioni, il punto di misurazione deve essere scelto sempre in un locale sotterraneo nelle vicinanze delle fondazioni. Se ritenuto necessario e in accordo con i frontisti, possono essere utilizzati ulteriori punti di rilievo.

La verifica del benessere dei frontisti avviene tramite misurazioni nelle stanze rappresentative per la valutazione.

I rilievi devono essere eseguiti in modo continuo e senza presenza sul posto. Gli strumenti di rilievo saranno dotati di un funzione di monitoraggio a distanza, che garantisce la trasmissione dei dati via GSM Modem oppure in un altro modo. Inoltre gli strumenti saranno dotati di una funzione d'allarme attiva, la quale viene azionata al superamento dei valori soglia (p.e. funzione SMS e chiamata automatizzata con annuncio vocale computerizzato ed e-mail su telefono mobile del Responsabile Ambientale).

I dati di misurazione saranno scaricati quotidianamente e rappresentati in forma di protocollo di rapporto. Questi protocolli devono contenere come minimo le seguenti informazioni:

- il luogo della misurazione;
- coordinate x,y,z di georeferenziazione del ricettore (espresse nel nuovo sistema utilizzato adesso da BBT BBT_TMWGS84 ed anche nel sistema UTM 32NWGS84);
- il periodo della misurazione;

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- i valori massimi delle singole componenti di velocità delle vibrazioni ad intervalli di mezz'ora;
- indicazioni sulle frequenze caratteristiche;
- in caso di valutazione del benessere dei frontisti, anche il valore indicativo a_w ed il livello di immissione acustica secondaria $L_{A,max}$;
- descrizione dei lavori eseguiti durante il periodo della misurazione;
- indicazione della presumibile causa in caso di superamento dei valori soglia

In caso di superamento dei valori limite, questi protocolli saranno presentati al massimo entro 24 ore alla committenza e al D.L.

Il D.L. sulla base dell'interpretazione dei dati dovrà eventualmente proporre gli interventi correttivi, ove necessario.

In caso di superamento dei valori soglia, inoltre saranno individuate le cause e presi opportuni provvedimenti. I provvedimenti possono essere:

- modifica della frequenza di lavoro dei macchinari; p.e. rullo compressore, vibrocospatore, attrezzature per diaframmi, perforatori, ecc.;
- realizzazione di superfici piane sulle strade di cantiere per ridurre le vibrazioni;
- diminuzione della velocità dei mezzi di trasporto in cantiere, uso di mezzi più leggeri, riduzione del carico dei camion;
- modifica del procedimento dei lavori, p.e. perforazione nel caso di palancole;
- modifiche alle procedure costruttive, come ad esempio scavo meccanico al posto dell'impiego di esplosivo;
- modifica dello schema di volata in caso di scavo in tradizionale;

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

- divieto di esplosioni notturne.

Per i frontisti, come previsto nella relazione specialistica del progetto di monitoraggio ambientale, saranno introdotte delle modalità di gestione di informazioni e di reclami. Verranno, quindi, nominate delle persone all'interno del cantiere che possono essere contattate qualora si dovessero verificare danni o fastidi. I lavori importanti devono essere annunciati in anticipo mediante volantini o incontri informativi.

Prima dell'inizio dei lavori non si ritiene necessario eseguire misure delle vibrazioni nelle zone interessate dai futuri cantieri, in quanto non sono state evidenziate sorgenti significative di vibrazioni.

Come indicatore ambientale per la componente vibrazioni viene scelta la velocità di vibrazione misurata in mm/s negli edifici corrispondenti. I parametri sono quindi le componenti della velocità delle vibrazioni vx, vy e vz, analizzate ed interpretate secondo le norme della UNI 9916:2004.

Dalla velocità misurata può essere determinato il valore di riferimento aw (accelerazione ponderata) secondo UNI 9614 ed il livello acustico secondario $L_{A,max}$ per la valutazione e il monitoraggio del benessere della popolazione residente nelle vicinanze del cantiere.

Per il monitoraggio delle vibrazioni si adottano sensori del tipo AcTiMon-X1, ovvero accelerometri inerziali tridimensionali abbinati a inclinometri bidirezionali a tecnologia MEMS che non richiedono unità esterne di lettura ed hanno uscite Ethernet collegabili direttamente a computer o a concentratori con trasmissione anche WIFI.

Le caratteristiche dei sensori AcTiMon-X1 sono le seguenti:

- Dimensioni: 4.718" x 4.323" x 2.295"
- Peso: 20 oz
- Connettività: 1 - M12 Ethernet & 1 - M12 USB communication
- Alimentazione: Ethernet (PoE) or USB

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

- Consumo di energia Ethernet: 20mA @ 48V
- Consumo di energia USB: 200mA @ 5V
- Materiale dell'involucro: alluminio
- Tipo accelerometro: MEMS 3-assi
- Risoluzione accelerometro: .00001g
- Range accelerometro: $\pm 1.5g$
- Frequenza: DC - 200 Hz (.1dB)
- Rate di campionamento accelerometro: 2000 samples / sec
- Tipo inclinometro: MEMS 2-assi
- Range inclinometro: ± 15 degrees
- Risoluzione inclinometro: .00001 gradi
- Rate di campionamento inclinometro: 10 samples / sec
- Range di temperatura: $-40^{\circ}C$ to $+80^{\circ}C$ ($-40^{\circ}F$ to $176^{\circ}F$)

Questo modello di accelerometro/inclinometro è anche dotato di un sensore di temperatura integrato.

Oltre al monitoraggio dei ricettori sensibili nell'intorno e all'interno dell'area di cantiere gli AcTiMon-X1 saranno installati in corrispondenza delle lavorazioni per la costruzione delle paratie di pali e micropali tra gallerie artificiali/vascone e la linea ferroviaria.

Gli AcTiMon-X1 saranno anche utilizzati come inclinometri per strumentare le sezioni dei pozzi e delle gallerie artificiali. Essi possono fornire dati con la precisione di qualche millesimo di grado su campi di misura sufficientemente grandi, risentendo in modo decisamente marginale degli effetti termici.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

9.4

9.4.1

9.4.1.1

9.4 ESECUZIONE DEI MONITORAGGI

9.4.1 MONITORAGGIO ANTE OPERAM

9.4.1.1 FINALITA'

Prima dell'esecuzione del progetto gli edifici potenzialmente esposti devono essere sottoposti ad un rilievo dello stato e della struttura dell'edificio, in particolare devono essere documentati danni già esistenti prima dell'inizio dei lavori.

Per il committente, per l'impresa esecutrice e per i frontisti il rilievo dello stato esistente costituisce una precisa documentazione dei danni esistenti già prima dell'inizio dei lavori e non causati dai lavori, onde evitare controversie durante la fase esecutiva.

Questi rilevamenti ante operam dello stato e della struttura degli edifici e dei manufatti al fine di documentare danni già esistenti prima dell'inizio dei lavori presuppongono almeno il rilevamento dei parametri definiti nella "Relazione sulle asseverazioni".

9.4.1.2

9.4.1.2 RILEVAMENTI

Edifici

Le distanze minime indicate nel seguito per l'effettuazione dei monitoraggi delle vibrazioni sugli edifici sono basate sull'esperienza generale degli studi vibrazionali o, nel caso delle asseverazioni, su valutazioni idrogeologiche specifiche.

Di norma devono essere rilevati come minimo gli edifici che distano meno di 50 m dal luogo di costruzione previsto e gli edifici di valore storico o culturale che distano meno di 100 m. Nel caso in cui siano previsti dei lavori con cariche esplosive devono essere rilevati anche gli edifici a meno di 200 m, in base alla geologia superficiale presente.

Nell'ambito del Progetto Definitivo 2008, in ottemperanza a queste distanze minime, nella zona di Fortezza sono stati condotti rilevamenti su 27 edifici.

Di questi 27 edifici, soltanto 3, E11, E12 e FRD7, si trovano nella zona d'influenza del lotto di costruzione „Sottoattraversamento Isarco“; i restanti 24 edifici, invece, si trovano all'esterno della zona d'influenza. Gli edifici interessati, E11, E12 e FDS7, sono rappresentati

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

nella illustrazione successiva. L'edificio del campo sportivo non è stato oggetto di rilevamento, poiché, nel corso dell'intervento di costruzione, viene demolito.

Nella zona dell'attraversamento dell'Isarco propriamente detta, si trovano soltanto i 2 edifici E11 e E12.

Nell'abitato di Prà di Sopra si trova l'edificio piuttosto vecchio E11, direttamente in riva all'Isarco. In questo edificio si rileva attualmente una forte esposizione al rumore, generato dal rumore di fondo dell'Isarco sommato alla ferrovia, all'autostrada ed alla strada statale. Il livello di vibrazioni dovute alla linea ferroviaria esistente sulla riva opposta dell'Isarco rimane al di sotto dei valori limite delle norme UNI ed della normativa austriaca ÖNorm.

Più a nord vicino al Rio Bianco si trova, nelle vicinanze dell'autostrada, l'edificio E12. (nella relazione sulle asseverazioni, a questo edificio è stata attribuita la nuova abbreviazione FB-W-1 e nella relazione del progetto di monitoraggio ambientale l'abbreviazione I-FF-Mm-VIB-010/06). Si tratta di un edificio vecchio ma in buone condizioni, tuttavia sensibile alle vibrazioni. È sottoposto ad una forte esposizione al rumore, ma al momento non si verifica alcuna esposizione alle vibrazioni.



Illustrazione 7: rilevamento dello stato degli edifici E11, E12 e FRD7 nella zona del lotto di costruzione, per la valutazione delle vibrazioni

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

**Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni
deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

All'edificio E12 fanno riferimento la prescrizione CIPE nr. 21, di cui alla delibera di approvazione CIPE n. 071/2009 del 31.07.2009, che approva il progetto definitivo della Galleria di Base del Brennero – parte italiana, pubblicata nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 29 in data 05.02.2010, e la prescrizione nr. g 12, di cui alla delibera della Giunta Provinciale della Provincia Autonoma di Bolzano n. 2635 del 21.07.2008, che approva l'intero progetto definitivo del tunnel di base, parte italiana.

Al lato sud della stazione di Fortezza si trova l'edificio FRD7 con il vecchio punto logistico della polizia ferroviaria (POLFER). In questo caso si tratta di un edificio a doppio corpo di fabbrica realizzato in muratura massiccia. Al momento presso questi edifici non si verifica alcun carico da vibrazioni degno di nota.

Nelle tre pagine successive, sono riportati i fogli dei rilevamenti dello stato di questi tre edifici.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Gebäudeprotokoll - Verbale edificio						
Auftrag Nr.:	Projektname:	Datum: 08/05	Operateur: PZ			
Incarico n°:	Nome progetto:	Data: 08/05	Operatore: AB			
BBT Erschütterungsmessung - misurazione delle vibrazioni						
PLZ - NPA	Ortschaft - Località	Katastralgemeinde - Comune catastale	Verwaltungsgem. Comune amm.	Nr. Bauparzelle - particella edificiale nr.	Gebäudenummer - nr. edificio	
39045	FRANZENSFESTE - FORTEZZA	705 - Mittewald 705 - Mezzaselva	Franzensfeste Fortezza	.33/1	EI1	
Straße u. Hausnummer - Via e numero	Oberau 9 Pradisopra 9					
Eigentümer-/Mietername(n): / Nome proprietario/locatario: Luigi Plunger & Figlio S.P.A.						
Foto Nr.:	DSCN4885					
Gebäudeparameter - Parametri dell'edificio						
Gebäudeabmessungen [m²]:	166	Baujahr:				
Dimensionen dell'edificio [m²]:		Anno di costruzione:				
allg. Gebäudezustand:	sehr schlecht - molto precario	Anzahl Untergeschosse (teilweise/ ganz unterirdisch):	/			
Condizioni generali dell'edificio:		Numero piani interrati (parzialmente o totalmente):				
Gebäudeuntergrund:		Anzahl Geschosse:	3			
Sottosuolo:		Numero piani:				
Nutzung:	Wohnen - abitazione	Fundamentart:	Streifenfundament - continue lineari			
Utilizzo:		Tipo di fondazione:				
Baumaterial - Materiale della costruzione						
Stockwerk	Baumaterial Tragstruktur Decke	Deckenstärke cm	Außenwände	Dicke Außenwände cm	Innenwände	Spezielles
Piani	Materiale struttura portante solaio	Spess. solaio cm	Pareti esterne	Spessore pareti esterne cm	Pareti interne	Particolarità
EG - PT	Holz - legno	40-45	Ziegel oder Stein - mattoni o pietra	40-80	Ziegel oder Stein - mattoni o pietra	
1. OG - 1°P	Holz - legno	40-45	Ziegel oder Stein - mattoni o pietra	40-60	Ziegel oder Stein - mattoni o pietra	
2. OG - 2°P	Holz - legno	40-45	Ziegel oder Stein - mattoni o pietra	40	Ziegel oder Stein - mattoni o pietra	
Bemerkungen - Note						
Dominierender Hintergrundlärm:						
50% Landesstraße SS12; 50% Eisack Fluß						
Rumori di fondo principali:						
50% strada provinciale SS12; 50% fiume Isarco						

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Gebäudeprotokoll - Verbale edificio						
Auftrag Nr.:	Projektname:			Datum: 08/05	Operator: PZ	
Incarico n°:	Nome progetto:			Data: 08/05	Operatore: AB	
BBT Erschütterungsmessung - misurazione delle vibrazioni						
PLZ - NPA	Ortschaft - Località	Katastralgemeinde - Comune catastale	Verwaltungsgem. Comune amm.	Nr. Bauparzelle - particella edificiale nr.	Gebäudenummer - nr. edificio	
39045	FRANZENSFESTE - FORTEZZA	705 - Mittewald 705 - Mezzaselva	Franzensfeste Fortezza	.182	EI2	
Straße u. Hausnummer - Via e numero	Weissenbach 1 Rio Bianco 1					
Eigentümer-/Mietername(n): / Nome proprietario/locatario:						
Brunner Stefan						
Brunner Josef						
Foto Nr.:	DSCN4892					
Gebäudeparameter - Parametri dell'edificio						
Gebäudeabmessungen [m²]:	139	Baujahr:				
Dimensioni dell'edificio [m²]:		Anno di costruzione:				
allg. Gebäudezustand:	gut - buono	Anzahl Untergeschosse (teilweise/ ganz unterirdisch):		1		
Condicioni generali dell'edificio:		Numero piani interrati (parzialmente o totalmente):				
Gebäudeuntergrund:		Anzahl Geschosse:		3		
Sottosuolo:		Numero piani:				
Nutzung:	Wohnen - abitazione	Fundamentart:		Streifenfundament - continue lineari		
Utilizzo:		Tipo di fondazione:				
Baumaterial - Materiale della costruzione						
Stockwerk	Baumaterial Tragstruktur Decke	Deckenstärke cm	Außenwände	Dicke Außenwände cm	Innenwände	Spezielles
Piani	Materiale struttura portante solaio	Spess. solaio cm	Pareti esterne	Spessore pareti esterne cm	Pareti interne	Particolarità
KG - PC	Balkendecke aus Stahlbeton - clsa e laterizi	30-35	Beton - cemento	30-35	Beton - cemento	
EG - PT	Balkendecke aus Stahlbeton - clsa e laterizi	30-35	Ziegel - mattoni	30-35	Ziegel - mattoni	
1. OG - 1°P	Balkendecke aus Stahlbeton - clsa e laterizi	30-35	Ziegel - mattoni	30	Ziegel - mattoni	
Bemerkungen - Note						
Dominierender Hintergrundlärm:						
50% Landesstraße SS12; 50% Eisack Fluß						
Rumori di fondo principali:						
50% strada provinciale SS12; 50% fiume Isarco						

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Gebäudeprotokoll - Verbale edificio						
Auftrag Nr.:	Projektname:	Datum: 08/05	Operateur: PZ			
Incarico n°:	Nome progetto:	Data: 08/05	Operatore: AB			
BBT Erschütterungsmessung - misurazione delle vibrazioni						
PLZ - NPA	Ortschaft - Località	Katastralgemeinde - Comune catastale	Verwaltungsgem. Comune amm.	Nr. Bauparzelle - particella edificiale nr.	Gebäudenummer - nr. edificio	
39045	FRANZENSFESTE - FORTEZZA	705 - Mittewald 705 - Mezzaselva	Franzensfeste Fortezza	.195	FRD7	
Straße u. Hausnummer - Via e numero	Riolstraße 24 Via Riol 24					
Eigentümer-/Mietername(n) / Nome proprietario/locatario:						
Kaserne Bahnpolizei						
Caserma Polizia Ferroviaria						
Foto Nr.:	DSCN4868					
Gebäudeparameter - Parametri dell'edificio						
Gebäudeabmessungen [m²]:	440	Baujahr:				
Dimensioni dell'edificio [m²]:		Anno di costruzione:				
allg. Gebäudezustand:	mittel - mediocre	Anzahl Untergeschosse (teilweise/ ganz unterirdisch):	1			
Conizioni generali dell'edificio:		Numero piani interrati (parzialmente o totalmente):				
Gebäudeuntergrund:		Anzahl Geschosse:	3			
Sottosuolo:		Numero piani:				
Nutzung:	Wohnen - abitazione	Fundamentart:	Streifenfundament - continue lineari			
Utilizzo:		Tipo di fondazione:				
Baumaterial - Materiale della costruzione						
Stockwerk	Baumaterial Tragstruktur Decke	Deckenstärke cm	Außenwände	Dicke Außenwände cm	Innenwände	Spezielles
Piani	Materiale struttura portante solaio	Spess. solaio cm	Pareti esterne	Spessore pareti esterne cm	Pareti interne	Particolarità
KG - PC	Balkendecke aus Stahlbeton - clsa e laterizi	30-35	Beton - cemento	30-35	Ziegel - mattoni	
EG - PT	Balkendecke aus Stahlbeton - clsa e laterizi	30-35	Ziegel - mattoni	30-35	Ziegel - mattoni	
1. OG - 1°P	Balkendecke aus Stahlbeton - clsa e laterizi	30-35	Ziegel - mattoni	30-35	Ziegel - mattoni	
Bemerkungen - Note						
Dominierender Hintergrundlärm:						
Eisenbahn						
Rumori di fondo principali:						
Ferrovia						

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

Nell'area circostante l'edificio E11 non si verificano attività di costruzione importanti. Non si attendono quindi effetti dovuti alle vibrazioni generate dai lavori.

Questo vale anche per l'edificio FRD7 nella zona della stazione di Fortezza.

È possibile che nell'edificio E12 si verifichino immissioni percepibili ed udibili a causa delle vibrazioni dovute alle esplosioni durante i lavori di costruzione delle gallerie. La possibilità di danni agli edifici è valutata come improbabile a causa della grande distanza.

Per questo edificio E12, in conformità alla relazione sulle asseverazioni, è previsto l'asseverazione dello stato ante operam. L'entità della prestazione è descritta dettagliatamente nell'apposito capitolo della relazione stessa, ed è anche idonea al fine della valutazione delle vibrazioni.

Nella relazione del progetto di monitoraggio ambientale e nella tavola relativa, è stato previsto di includere nei rilevamenti delle vibrazioni anche l'edificio d'abitazione a Mezzaselva, Via S. Martino 7 (là noto come I-FF-Mm-VIB-020/06), che dista dall'inizio del lotto di costruzione, presso Rio Bianco, ca. 820 m).

Nel Progetto Definitivo 2008, detto edificio non è stato incluso nell'ambito dei rilevamenti delle vibrazioni in corso d'opera, data la grande distanza dalla galleria. Pertanto, detto rilevamento deve essere eseguito prima dell'inizio dei lavori, come descritto nella relazione di asseverazione e viene considerato nel relativo elenco prestazioni.

Altre opere

Durante la progettazione esecutiva, è necessario rilevare lo stato di fatto delle opere d'arte, come prova dell'esistenza di eventuali danni antecedenti l'inizio dei lavori di costruzione. Questo riguarda le opere d'arte dell'Autostrada A22, della SS12, nella misura in cui non debbano essere comunque demolite in seguito allo spostamento, le opere d'arte della linea storica RFI ed i tralicci delle linee alta tensione. È sensato eseguire i rilevamenti soltanto poco prima dell'inizio dei lavori in cantiere.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

La compilazione della documentazione dello stato delle opere d'arte dal punto di vista delle vibrazioni è da eseguire nell'ambito delle asseverazioni (vedi relazione sulle asseverazioni).

Misurazioni

Prima dell'inizio dei lavori non si ritiene necessario eseguire misure delle vibrazioni nelle zone interessate dai futuri cantieri, in quanto, ad eccezione dell'autostrada (ciò riguarda l'edificio EI2), non sono state evidenziate sorgenti di vibrazioni significative.

9.4.2

9.4.2 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

Il monitoraggio delle vibrazioni durante la fase esecutiva serve alla documentazione dell'intensità delle vibrazioni e permette un eventuale intervento per diminuire le vibrazioni in caso di superamento delle soglie modificando lo svolgimento dei lavori.

Inoltre il monitoraggio delle vibrazioni chiarisce le responsabilità in caso di danni agli edifici.

Come indicatore ambientale per la componente vibrazioni viene scelta la velocità di vibrazione misurata in mm/s negli edifici interessati. I parametri sono quindi le componenti della velocità delle vibrazioni vx, vy e vz, analizzate ed interpretate secondo le norme della UNI 9916:2004.

Laddove sia da monitorare il benessere delle persone, in base alle velocità delle vibrazioni possono essere determinati anche i valori aw secondo UNI 9614 ed il livello di immissioni acustiche secondarie $L_{A,max}$.

Le misurazioni in corso d'opera hanno l'obiettivo di verificare il livello delle vibrazioni indotte dall'insieme delle attività svolte per la realizzazione dell'opera e di confrontare i valori così ottenuti con le soglie stabilite. In particolare saranno monitorate le seguenti attività:

- vibrazioni indotte dai macchinari e dalle attività nell'area di cantiere,
- vibrazioni indotte dal passaggio dei mezzi di cantiere sui ricettori posti lungo la viabilità stradale utilizzata,

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- vibrazioni indotte dal brillamento nell'avanzamento sotterraneo.

Il monitoraggio sarà eseguito con misurazioni in continuo. Gli strumenti di misura vengono impiegati in edifici e/o su opere nei pressi dei quali avvengono dei lavori di costruzione che causano vibrazioni intense. Col progredire del cantiere gli strumenti verranno spostati all'occorrenza in altri luoghi.

Naturalmente, i monitoraggi potranno essere variati nelle fasi operative di cantiere, per tenere in conto della dislocazione e della mobilità spaziale delle macchine, e dello sviluppo temporale del cantiere. I risultati del monitoraggio saranno resi disponibili alla D.L tempestivamente, soprattutto in caso di superamenti delle soglie vibrazionali, al fine di apportare tempestivamente le opportune correzioni alle lavorazioni che sono causa di tali superamenti.

Durante la costruzione sono previsti i seguenti monitoraggi:

- edificio EI2, abitazione Rio Bianco 1 (nella relazione del progetto di monitoraggio ambientale è stata attribuita la nuova abbreviazione I-FF-Mm-VIB-010/06): Installazione di uno strumento a 2 rilevatori e 3 componenti e misurazione per la durata di 4 settimane, con l'avvio del brillamento delle volate per l'avanzamento sotterraneo in roccia litoide, verso nord;
- edificio a Mezzaselva, abitazione Via s. Martino 7 (nella relazione del progetto di monitoraggio ambientale è stata attribuita l'abbreviazione I-FF-Mm-VIB-020/06): Installazione di uno strumento a 2 rilevatori e 3 componenti e misurazione per la durata di 2 settimane, con l'avvio del brillamento delle volate per l'avanzamento sotterraneo in roccia litoide, verso nord;
- nel caso in cui, in fase di esecuzione, si manifestino problemi, dovuti alle vibrazioni, ad opere, ad altri edifici o alle infrastrutture nella zona d'influenza di questo lotto di costruzione, l'appaltatore metterà a disposizione un apparecchio mobile ed impiegarlo secondo le

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

necessità.

Il monitoraggio della componente ambientale "Vibrazioni" è stato articolato nelle fasi:

- Ante-operam;
- Corso d'opera;
- Post-operam.

Nell'ambito di tali fasi operative si procederà, rispettivamente, alla rilevazione degli attuali livelli di vibrazione, che sono assunti come "punto zero" di riferimento, alla misurazione dei livelli vibrazionali determinati durante le fasi di realizzazione dell'opera.

Il monitoraggio della fase ante-operam è finalizzato ai seguenti obiettivi:

- Testimoniare lo stato attuale dei luoghi in relazione ai livelli vibrazionali nella fase precedente all'apertura dei cantieri;
- Quantificare un adeguato scenario d'indicatori ambientali tali da rappresentare la "situazione di zero" cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera;
- Consentire un'agevole valutazione degli accertamenti effettuati, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali ed orientare opportunamente gli eventuali interventi di mitigazione che si dovesse rendere necessario prevedere nelle successive fasi di realizzazione di progetto.

Il monitoraggio ante operam sarà eseguito ove, allo stato attuale, sia già presente una rilevante sorgente di vibrazionale. In particolare, misure ante operam verranno effettuate nei ricettori già precedentemente individuati e riportati nei capitoli precedenti:

- A ridosso dell'attuale Autostrada A22 e SS12 al fine di valutare le vibrazioni indotte dall'attuale traffico veicolare;
- A ridosso della viabilità che sarà interessata dai mezzi di cantiere al fine di valutare le vibrazioni indotte dall'attuale traffico veicolare.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Nei ricettori interessati dalle aree di cantiere si svolgeranno delle misure ante operam solo nel caso sia attualmente presente nelle loro vicinanze una sorgente di vibrazioni rilevante (es. una strada, la linea ferroviaria esistente, etc.).

Il monitoraggio in corso d'opera è stato previsto per conseguire le seguenti finalità:

- rilevare i livelli vibrazionali dovuti alle lavorazioni effettuate nella fase di realizzazione della tratta di progetto;
- individuare eventuali situazioni critiche (superamento dei limiti normativi) che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere delle modifiche alla gestione delle attività di cantiere e/o adeguare la conduzione dei lavori.

Si è previsto di rilevare le vibrazioni dovute:

- Alle attività svolte nei cantieri operativi in corrispondenza di ricettori ad essi limitrofi;
- Alle attività svolte per la costruzione della linea in corrispondenza di ricettori vicini al fronte di avanzamento lavori;
- Al traffico dei mezzi di trasporto sui ricettori a ridosso della viabilità da essi utilizzata.

Per le rilevazioni in corso d'opera si terrà conto del fatto che le sorgenti vibrazionali sono numerose e possono realizzare sinergie d'emissione, oltre che generare l'esaltazione del fenomeno se s'interessano le frequenze di risonanza delle strutture degli edifici monitorati.

Ove siano previste rilevazioni ante operam, quelle in corso d'opera saranno effettuate in corrispondenza degli stessi punti di misura e con analoghe modalità e strumentazioni adottate per la fase ante-operam.

Il monitoraggio della fase post-operam è finalizzato al conseguimento dei seguenti obiettivi:

- Confrontare i valori rilevati con i valori ante-operam e con i limiti normativi al fine di evidenziare eventuali situazione critiche;

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- Verifica delle stime effettuate in sede di progetto esecutivo e controllo dell'efficacia degli interventi di mitigazione eventualmente previsti.

Nella fase post-operam le rilevazioni dei livelli di vibrazione saranno eseguite negli stessi punti di misura e con analoghe modalità e strumentazioni adottate per la fase ante-operam in modo tale da evitare fenomeni di saturazione. Tale fase consente di individuare la tipologia di vibrazione (stazionarie, transitorie, impulsive) e di selezionare la metodologia di misura più idonea (diretta o indiretta).

Svolgimento del monitoraggio tipo:

In ogni area d'indagine è applicata una procedura di rilevamento unificata, per garantire un omogeneo svolgimento delle indagini e la reperibilità dei punti di misura a distanza di tempo. La metodica di monitoraggio si compone delle seguenti fasi:

- Sopralluogo degli edifici da monitorare.
- Installazione dei dispositivi di rilevamento.
- Georeferenzazione dei punti di misura.
- Rilevamento delle vibrazioni.
- Attività di monitoraggio delle sorgenti.
- Elaborazione dati.
- Relazione di dettaglio del singolo sito.
- Relazione di sintesi dell'intera fase monitoraggio.
- Sopralluogo degli edifici da monitorare

Il sopralluogo degli edifici è necessario per i seguenti aspetti:

- Verifica dell'accessibilità dei luoghi.
- Rilievo di dettaglio delle sorgenti di emissione e dei luoghi in cui installare la strumentazione.
- Selezione delle stanze in cui effettuare le misurazioni.
- Individuare un nuovo edificio avente caratteristiche simili, qualora si registri l'inaccessibilità dell'edificio prescelto. Infatti, nel caso che si registri

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

l'inaccessibilità di uno degli edifici individuati, si dovrà provvedere ad identificare un nuovo edificio avente caratteristiche simili a quello non accessibile.

- Installazione dei dispositivi di rilevamento

I dispositivi di misura saranno localizzati in corrispondenza del primo e l'ultimo piano del solaio abitato, preferibilmente dal lato dell'edificio a minima distanza dalla sorgente di vibrazione dominante. Naturalmente si sceglierà il solo solaio abitato per edifici ad un solo piano.

Il monitoraggio sarà preferibilmente svolto in stanze, in cui sono assenti interferenze causate da attività residenziali. All'interno delle stanze prescelte devono essere posti:

- n°1 accelerometri in corrispondenza della posizione centrale del solaio, atti a misurare tutte le componenti vettoriali dell'accelerazione.
- Georeferenzazione dei punti di misura

Nell'ambito del monitoraggio è prevista l'individuazione di una serie di parametri che consentono l'esatta localizzazione sul territorio dei punti di misura. Pertanto, per ciascun edificio nel quale saranno installati gli accelerometri, saranno prese le seguenti informazioni:

- Indirizzo del recettore.
- Lato di ubicazione rispetto alla linea o cantiere (binario pari o dispari).
- Tipologia del corpo fabbricato.
- Distanza del recettore dalla sorgente.
- Destinazione d'uso del recettore.
- Altezza del recettore.
- Numero dei piani dell'edificio.
- Tipologia costruttiva dell'edificio.
- Descrizione delle sorgenti di vibrazione.
- Tipo di terreno interposto tra la linea ed il recettore
- Localizzazione del recettore sulle planimetrie in scala opportuna.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- Fotografia dell'edificio.
- Annotazione dei piani abitati.

In particolare sarà redatta una planimetria del locale in cui si è svolto il monitoraggio, riportante le distanze tra le pareti della stanza ed i punti in cui sono le misurazioni state effettuate.

Rilevamento delle vibrazioni

Il posizionamento dei sensori deve essere effettuato in maniera stabile, ossia senza che movimenti non controllati determinino piccole vibrazioni locali, tali da rendere "non valida" l'intera misurazione. I trasduttori devono essere ancorati alla struttura da monitorare mediante fissaggio. In alternativa, i trasduttori saranno solidali ad un massetto d'acciaio, avente peso adeguato, appoggiato al solaio in modo stabile. I trasduttori verranno, quindi, connessi al sistema d'acquisizione dati, il quale sarà collocato in posizione idonea. Il rilevamento delle vibrazioni avrà una durata di 24 h effettive, con acquisizione in continuo dei segnali provenienti dagli accelerometri, ma memorizzando solo quegli eventi che determinano una vibrazione superiore al valore di soglia prefissata e pre-impostata.

In particolare i sensori saranno accelerometri piezoresistivi e/o piezoelettrici aventi almeno banda passante da 1 Hz a 250 Hz, con scarto massimo di sensibilità, rispetto al valore nominale, inferiore a 1 dB nell'intera banda, e con risoluzione inferiore a 2 mm/s². Le misurazioni potranno essere eseguite con uno o più sistemi d'acquisizione, da collocare ad un piano o ai diversi piani. I sistemi d'acquisizione saranno dotati di filtri "anti-aliasing" analogici a 5 poli sino a 250 Hz e di "pretrigger", con soglia di registrazione ("trigger di registrazione") non superiore a 35 mm/s².

La scansione di registrazione non sarà inferiore a 650 campionamenti/s (650 sample/s) per ogni canale di registrazione. L'intervallo temporale complessivo di registrazione non sarà inferiore a 60 s e l'intervallo di "pretrigger" al 10% dell'intervallo complessivo. I sensori saranno dotati di "certificazione di taratura" effettuata da centri specializzati (centri S.I.T. e/o centri riconosciuti equipollenti ai centri S.I.T.).

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

Attività di monitoraggio delle sorgenti

In parallelo alle registrazioni delle vibrazioni sarà svolta anche la caratterizzazione delle sorgenti. In ogni caso sarà annotato il giorno e l'ora dell'evento registrato e memorizzato, causato dal traffico ferroviario, oppure dal traffico viario, nonché derivante da lavorazioni scolte nelle immediate vicinanze.

Elaborazione dati

I risultati del "Rilevamento" saranno conformi alla Normativa ISO 2631/2-89. Pertanto verrà effettuata, per ogni evento e per ogni sensore installato, una elaborazione delle vibrazioni nel dominio delle frequenze, calcolando lo spettro ad 1/3 di ottava da 1 a 250 Hz. I risultati saranno illustrati, sempre per ogni evento registrato e per ogni sensore installato, con l'indicazione del giorno ed ora in cui si è verificato l'evento. Si tenga presente che l'intervallo temporale sul quale sarà effettuata l'elaborazione ad 1/3 di ottava conterrà esclusivamente l'evento significativo monitorato.

Relazione di dettaglio del singolo sito (edificio)

La relazione conterrà tutte le informazioni illustrate nei paragrafi sopraelencati.

In essa sarà illustrato l'edificio, la strumentazione utilizzata, la tipologia di elaborazione effettuata, i valori di riferimento normativo. Inoltre si precisa che anche i risultati saranno illustrati, sempre per ogni evento registrato e per ogni sensore installato, con l'indicazione del giorno e dell'ora in cui si è verificato l'evento. Esse, se particolarmente numerose, potranno costituire un allegato a parte con l'ovvia indicazione del sito monitorato. La relazione conterrà anche una analisi statistica delle vibrazioni registrate da ogni sensore, calcolando il valore medio e lo scarto quadratico medio (s.q.m.) per ogni banda dello spettro elaborato ad 1/3 di ottava da 1 a 250 Hz.

L'elaborazione statistica sarà documentata accludendo, per ogni sensore, una scheda redatta in conformità, la quale indicherà anche i valori consigliati dal riferimento normativo.

I risultati del rilevamento, la descrizione dell'edificio, la descrizione della stanza e l'ubicazione dei sensori ed

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

ogni altro documento redatto per il monitoraggio saranno resi disponibili ed allegati alle Relazioni del Monitoraggio anche su supporto informatico, oltre che, naturalmente, in forma cartacea.

Restituzione dati

I report relativi ai risultati del monitoraggio conterranno le seguenti informazioni:

- I recettori monitorati.
- La normativa di riferimento
- La metodologia di misura.
- I sensori e la strumentazione utilizzata.
- La metodologia di elaborazione.
- La sintesi dei risultati sperimentali.
- La guida alla lettura dei singoli elaborati consegnati (un elaborato per ogni edificio monitorato)
- Eventuali osservazioni e/o conclusioni relative alla fase di monitoraggio in corso.

9.4.3

9.4.3 MONITORAGGIO POST OPERAM

La finalità del monitoraggio post operam sarà di verificare il rispetto dei valori limite nell'ambito dell'esercizio ferroviario della nuova linea.

Poiché, nell'ambito di questo lotto di costruzione, vengono eseguiti soltanto i lavori allo stato grezzo, a conclusione dei lavori, non occorre eseguire, per questo lotto di costruzione, rilevamenti delle vibrazioni.

9.5

9.5 SVOLGIMENTO

9.5.1

9.5.1 ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE

- Elaborazione del programma dettagliato di misurazione, nell'ambito del progetto esecutivo;
- Messa a disposizione ed installazione di uno strumento a 2 rilevatori e 3 componenti nell'abitazione E12, Rio Bianco 1 incluso la misurazione e la restituzione.
- Messa a disposizione ed installazione di uno strumento a 2 rilevatori e 3 componenti

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

nell'abitazione Mezzaselva, Via s. Martino 7
incluso la misurazione e la restituzione.

- Messa a disposizione ed impiego secondo le necessità, incluse l'installazione, la misurazione e la restituzione di uno strumento mobile a 1 rilevatore e 3 componenti, nel caso in cui, in fase di esecuzione, si manifestino problemi, dovuti alle vibrazioni, ad opere o ad altri edifici nella zona d'influenza di questo lotto di costruzione.
- Adozione delle misure necessarie per rispettare i valori limiti.
- Oneri sostenuti dai soggetti gestori di infrastrutture interferite per l'adozione dei provvedimenti resisi necessari a causa dei lavori;
- Oneri e/o sanzioni richiesti dai soggetti gestori di infrastrutture interferite, in conseguenza dell'adozione di eventuali provvedimenti di limitazione e/o interruzione dell'esercizio dell'infrastruttura interferita.

9.5.2

9.5.2 DURATA DEI RILEVAMENTI

La misurazione delle vibrazioni per l'edificio EI2 dovrà essere eseguita per la durata di 4 settimane, con l'avvio del brillamento delle volate per l'avanzamento sotterraneo in roccia litoide, verso nord.

La misurazione delle vibrazioni per l'edificio Mezzaselva, Via s. Martino 7 dovrà essere eseguita per la durata di 2 settimane, con l'avvio del brillamento delle volate per l'avanzamento sotterraneo in roccia litoide, verso nord.

Eventuali ulteriori misurazioni delle vibrazioni potranno essere ordinate dalla Direzione Lavori secondo il bisogno.

9.5.3

9.5.3 RESTITUZIONE DEI DATI

I dati delle misurazioni non presenziate saranno scaricati quotidianamente e rappresentati in forma di protocollo di rapporto. Questi protocolli conterranno

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

come minimo le seguenti informazioni:

- il luogo della misurazione;
- coordinate x,y,z di georeferenziazione del ricettore (espresse nel nuovo sistema utilizzato adesso da BBT BBT_TMWGS84 ed anche nel sistema UTM 32NWGS84);
- il periodo della misurazione;
- i valori massimi delle singole componenti di velocità delle vibrazioni ad intervalli di mezz'ora;
- indicazioni sulle frequenze caratteristiche;
- per la valutazione del benessere dei frontisti, anche il valore indicativo a_w ed il livello di immissione acustica secondaria LA_{max} .
- descrizione dei lavori eseguiti nella zona di influenza durante il periodo della misurazione;
- in caso di superamento dei valori soglia, inoltre saranno individuate le cause e presi opportuni provvedimenti.

Ad ogni modo tutti i dati saranno restituiti in formato adeguato per l'inserimento nella piattaforma di collaborazione "2doc" del Committente.

L'appaltatore ha l'obbligo di ottemperare inoltre alle disposizioni particolari dei capitoli 4, 5, 6 e 9 della descrizione del software di monitoraggio 2doc di BBT SE (vedi allegato nel capitolo 12).

In caso di superamento dei valori limite, i protocolli saranno presentati al massimo entro 24 ore alla committenza e alla D.L.

9.5.4

9.5.4 COMPETENZE

Di seguito vengono specificati i soggetti responsabili per l'esecuzione delle diverse attività previste dal piano di monitoraggio:

A carico appaltatore:

- Esecuzione misurazioni e coordinamento

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

incluso l'acquisizione, la trasmissione, la gestione e l'archiviazione dati in forma di una lettura di zero per la documentazione geodetica per opere a rischio di cedimenti compresa la messa a disposizione degli apparecchi di misura necessari;

- Fornitura, installazione, messa in funzione, collaudo, messa a disposizione, gestione e manutenzione della strumentazione del sistema completo di monitoraggio per opere a rischio di cedimenti, per le quali si è rilevato necessario solamente più tardi, durante i lavori di costruzione, effettuare un monitoraggio con misure per tutto il periodo di costruzione ed esecuzione delle misurazioni e coordinamento incluso l'acquisizione, la trasmissione, la gestione e l'archiviazione e restituzione dei dati;
- Restituzione misure;
- Adozione di provvedimenti durante la costruzione per limitare effetti negativi sulle opere monitorate disposti dalla Direzione Lavori e/o dal proprietario;
- Adozione di provvedimenti in riferimento al superamento dei valori limite, che vengono stabiliti per tali opere a rischio di cedimenti.

A carico di figure diverse dall'appaltatore:

- Le prestazioni del monitoraggio durante l'esecuzione dell'opera, relative a rischi e fenomeni estremi, geogeni (a carico di un soggetto terzo incaricato da BBT);
- Le prestazioni del monitoraggio successivamente all'esecuzione dell'opera, relative a rischi e fenomeni esterni, geogeni, dopo la realizzazione dell'intera opera costruttiva (a carico di un soggetto terzo incaricato da BBT);
- Valutazione dei risultati dei rilevamenti: ed accettazione valutazione (a carico della D.L.).

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

**Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni
deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

10

10.1

10 SOTTOSUOLO

10.1 PREMESSA

Le operazioni di monitoraggio della componente sottosuolo consentiranno di valutare e documentare le modificazioni delle sue caratteristiche e della sua forma (parametri fisici, deformazioni, mutamenti superficiali) dovute alle operazioni di impianto dei cantieri e alle relative lavorazioni in corso d'opera.

In relazione a possibili modificazioni della componente "sottosuolo" conseguenti alla realizzazione dell'opera, il monitoraggio include quanto segue:

- possibile modificazione della morfologia, fenomeni d'erosione, movimenti in massa (caduta massi, debris flow e frane) in settori particolarmente predisposti come canali e versanti ripidi;
- possibili cedimenti e movimenti franosi sui versanti e sulle scarpate nell'area di cantiere e dintorni.

Il monitoraggio della componente sarà quindi articolato in tre fasi:

- ante operam;
- in corso d'opera;
- post operam.

Nei capitoli seguenti ha luogo la descrizione del programma di monitoraggio.

10.2

10.2.1

10.2 RIFERIMENTI NORMATIVI E DOCUMENTI

10.2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il presente programma di monitoraggio è stato redatto sulla base della seguente normativa di riferimento:

- D.M. delle Infrastrutture del 14/01/2008 "Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni"
- Circolare Consiglio Superiore LL.PP n. 617 del 2/02/2009 "Istruzione per l'applicazione

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

delle NT per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008”

- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 11 Marzo 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione
- Circolare Ministero Lavori Pubblici, 24 settembre 1988, n. 30483 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n. 64, art. 1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione
- Decreto Legislativo n. 152 del 3/4/06 "Norme in materia ambientale" e successive modifiche
- Commissione Speciale di Valutazione di Impatto Ambientale (2004): Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere di cui alla Legge Obiettivo (Legge 21.12.2001, n. 443).

10.3

10.3 METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

Nel corso del programma di monitoraggio sono presi in considerazione i seguenti rischi e fenomeni e saranno applicati i seguenti metodi per il loro riconoscimento e controllo:

10.3.1

10.3.1 RISCHI E FENOMENI ESTERNI, GEOGENI

- Caduta massi: i settori a rischio di caduta massi e le opere di protezione a riguardo devono essere ispezionate, come del resto sono da

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

documentare variazioni in settori non messi in sicurezza.

Sono previste ispezioni con documentazione fotografica in merito. Questi interventi sono necessari per i seguenti siti:

- zona del sottoattraversamento dell'Isarco
- pendio sopra la linea storica RFI
- versante Rio Vallaga
- Debris flow: settori a rischio di debris flow ed eventuali opere di protezione e sistemazioni devono essere ispezionati, come del resto sono da documentare variazioni in settori non messi in sicurezza. Specie il potenziale detritico disponibile può variare nel tempo e deve essere rilevato. Sono perciò previste ispezioni con documentazione fotografica in merito. Questi interventi sono necessari per i seguenti siti:
 - zona del sottoattraversamento dell'Isarco
 - versante Rio Vallaga
 - Rio Bianco
 - fossi senza nome dal pendio nord sopra l'autostrada
- Stabilità di versante e fenomeni d'erosione: settori di versante instabili e labili devono essere ispezionati e, nel caso di movimento, monitorati con misurazioni. In caso di eventi pluviali estremi devono essere effettuati controlli ulteriori. Sono previste ispezioni con documentazione fotografica in merito nonché in caso di movimenti l'installazione di capisaldi e/o inclinometri.
 - zona del sottoattraversamento dell'Isarco
 - pendio sopra la linea storica RFI
 - versante Rio Vallaga
 - Rio Bianco
 - fossi senza nome dal pendio nord sopra l'autostrada

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

10.3.2

10.3.2 RISCHI E FENOMENI DOVUTI ALL'ATTIVITÀ LAVORATIVA

- Cedimenti: cedimenti dovuti ai lavori (riporti, scavi superficiali ed in sotterraneo, abbassamenti della falda) in prossimità di strutture sensibili ai cedimenti (edifici, argine ferroviario, argine dell'autostrada, Strade, Opere d'arte ecc.) devono essere tenuti sotto controllo con misurazioni. Sono previste l'installazione e la misurazione di capisaldi geodetici in merito. Le misurazioni saranno effettuate in continuo durante i lavori e si protrarranno oltre l'ultimazione degli stessi nel caso che le deformazioni non si esauriscano.
- Instabilità ed erosione di scarpate nonché movimenti di versante a seguito di intagli: scarpate ed intagli dovuti ai lavori sono da monitorare riguardo il loro comportamento e la loro stabilità durante gli scavi. Sono previste l'installazione e la misurazione di capisaldi geodetici in merito. Le misurazioni saranno effettuate in continuo durante i lavori e di seguito soltanto in caso di particolare necessità.

10.4

10.4 PARAMETRI DA MONITORARE

Di seguito vengono elencate le aree con le specifiche problematiche da monitorare nel lotto di costruzione "sottoattraversamento dell'Isarco":

Rischi e fenomeni esterni, geogeni:

- caduta massi;
- debris flow.
- instabilità di versante
- dissesti idrogeologici

Sono stati determinati nell'ambito del progetto definitivo i seguenti parametri e situazioni fondamentali:

- situazione geologica;
- situazione geomorfologica;

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- situazione idrogeologica;
- stabilità delle aree rilevanti ai fini del progetto
- indicatori di deformazione (cedimenti);
- stato delle opere di protezione.

A tale riguardo sono già stati effettuati dei rilievi (rilevamento cartografico, indagini in sito ed in laboratorio, documentazione fotografica) in fase di progettazione esecutiva.

Gli stessi parametri saranno monitorati, aggiornati e/o rilevati dall'appaltatore attraverso sopralluoghi, rilevamenti, documentazione fotografica e misurazioni prima delle attività di cantiere.

Rischi e fenomeni dovuti all'attività lavorativa

- cedimenti.
- instabilità ed erosione di scarpate nonché movimenti di versante a seguito di intagli e/o di scavi.

Cedimenti e movimenti sulle scarpate durante lo scavo e lo sterro, così come durante l'avanzamento e lo scavo delle gallerie, che si verificano in corso d'opera, devono essere monitorati tramite misurazioni a intervalli.

10.5

10.5.1

10.5 ESECUZIONE DEI MONITORAGGI

10.5.1 MONITORAGGIO ANTE OPERAM

Il monitoraggio ante operam ha lo scopo di caratterizzare e documentare, come base per il progetto esecutivo lo stato del sottosuolo e della morfologia all'interno delle aree di influenza dell'attività in progetto, in termini qualitativi e quantitativi.

In particolare saranno rilevati dall'appaltatore forme e processi geomorfologici, quali frane, fenomeni erosivi nelle aree d'influenza dell'attività in progetto e ne devono essere determinate le cause e le dimensioni, per poi poter identificare e documentare eventuali evoluzioni dei processi nel tempo, sia di natura generale che soprattutto legate all'attività lavorativa in

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

progetto.

Nello specifico sono previsti i seguenti monitoraggi ante operam.

10.5.1.1

10.5.1.1 RISCHI E FENOMENI ESTERNI, GEOGENI

In generale, prima dell'avvio dei lavori, è da eseguire dall'appaltatore un sopralluogo per ciascuna tematica e ciascun sito, con rilevamento dei punti sopra descritti ed in riferimento alla documentazione geologica ed altri documenti fornita per l'area di cantiere del sottoattraversamento dell'Isarco, con relazione dei risultati ed allegati (carte, piante, documentazione fotografica) prima dell'inizio dell'esercizio del cantiere e dell'avvio della progettazione esecutiva. Se le relative indagini, come, ad esempio, i rilevamenti cartografici ecc. all'inizio dei lavori risultassero più vecchi di un anno, devono essere controllati e/o aggiornati e/o completati

10.5.1.2

10.5.1.2 RISCHI E FENOMENI DOVUTI ALL'ATTIVITÀ DI CANTIERE

Rilevazione dello stato di fatto

Prima dell'inizio delle lavorazioni, è necessario rilevare lo stato di fatto delle opere d'arte, come prova dell'esistenza di eventuali danni antecedenti l'inizio dei lavori di costruzione. Questo riguarda le opere d'arte dell'Autostrada A22, della SS12, che non devono essere comunque demolite in seguito allo spostamento della SS12, le opere d'arte della linea storica RFI ed i tralicci delle linee alta tensione. È importante eseguire i rilevamenti soltanto poco prima dell'inizio dei lavori in cantiere.

Per il committente, per l'impresa esecutrice e per i frontisti il rilievo dello stato esistente costituisce una precisa documentazione dei danni esistenti già prima dell'inizio dei lavori e non causati dai lavori, onde evitare controversie durante la fase esecutiva.

In questo caso, devono essere documentate almeno tutte le opere, impianti, ecc. noti, per i quali, nella relazione "Sensibilità ai cedimenti - Valutazione di massima" e relativa planimetria, è stato identificato un pericolo di cedimenti di grado „medio“, „alto“ e

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

„molto alto“, purché non debbano essere precedentemente espropriati o demoliti durante i lavori.

Conformemente ai due documenti sopra citati, si tratta delle 32 opere riportate nelle Tabelle. Tutte sono già comprese nella relazione sulle.

Questi rilevamenti ante operam saranno eseguiti per le opere riportate alla Tabella 8: fatta eccezione per l'edificio del campo sportivo G02 a Prà di Sopra, che viene demolito.

Queste prestazioni non sono da eseguire nell'ambito di questo pacchetto di prestazioni, bensì nell'ambito dell'asseverazione (vedi relazione di asseverazione), da parte dell'appaltatore, e vengono considerate nel relativo elenco prestazioni

Documentazione geodetica

Nel presente capitolo viene trattata la documentazione geodetica degli edifici e delle opere nella zona d'influenza dei lavori di costruzione (impatti dovuti all'abbassamento della falda ed agli interventi di costruzione) nello stato ante operam, che sarà elaborata dall'appaltatore nel senso di una lettura di zero in modo tale da permettere la continuazione perfetta basata in questa documentazione in caso di misurazioni di monitoraggio necessarie più tardi.

In questo caso, devono essere documentate almeno tutte le opere, impianti, ecc. noti, per i quali, nella relazione "Sensibilità ai cedimenti - Valutazione di massima" e relativa planimetria, è stato identificato un pericolo di cedimenti di grado „medio“, „alto“ e „molto alto“, purché non debbano essere precedentemente espropriati o demoliti durante i lavori.

Conformemente ai due documenti sopra citati, si tratta delle 32 opere riportate di seguito nella Tabella del Pericolo cedimenti Medio, appartenenti ad un rischio medio. A seguito dell'eliminazione dell'abbassamento della falda non vi sono più edifici con pericolo cedimenti di „alto“ o „molto alto“.

Diversamente alla relazione sulle asseverazioni, nelle 3 tabelle di seguito non vengono trattate le opere per le quali il rischio cedimenti è stato valutato come „basso“ o „assente“.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

<u>Mäßige</u> Setzungsgefährdung: insgesamt 23 Bauwerke	<u>Pericolo cedimenti medio:</u> in totale 23 opere
<p>5 Bauwerke / Opere Stromleitung Brixner Stadtwerke Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Stromleitung / Linea elettrica</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera <i>Masten/tralicci BS_M01, BS_M02, BS_M03, BS_M04, BS_M05</i> Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Gittermasten, Fundamentsockel Beton / traliccio, fondazione unica cls</i></p>	
<p>5 Bauwerke / Opere FS 132 KV Leitung 1 Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Stromleitung / Linea elettrica</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera <i>Masten/tralicci</i> <i>FS1_M01, FS1_M02, FS1_M03, FS1_M04, FS1_M09</i>, Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Gittermasten, Fundamentsockel Beton / traliccio, fondazione unica cls</i></p>	
<p>6 Bauwerke / Opere FS 132 KV Leitung 2 Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Stromleitung / Linea elettrica</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera <i>Masten/tralicci FS2_M01, FS2_M02, FS2_M03, FS2_M04, FS2_M05, FS2_M11</i>, Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Gittermasten, Fundamentsockel Beton / traliccio, fondazione unica cls</i></p>	
<p>Bauwerk / Opera Autobahn (A) 22 / Autostrada (A) 22 Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera <i>A22_U03</i> Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Unterführung für Gerinne, Betonkonstruktion / tombino corso d'acqua, cls</i></p>	
<p>Bauwerk / Opera Autobahn (A) 22 / Autostrada (A) 22 Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera <i>A22_U04</i> Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Unterführung für Gerinne, Betonkonstruktion / tombino corso d'acqua, cls</i></p>	

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

<p>Bauwerk / Opera Autobahn (A) 22 / Autostrada (A) 22 Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera A22_D01 Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Autobahndamm, geschüttet / rilevato autostrada, rinterro</i></p>
<p>Bauwerk / Opera Autobahn (A) 22 / Autostrada (A) 22 Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera A22_D02 Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Autobahndamm, Betonstützmauer / rilevato autostrada, muro in cls</i></p>
<p>Bauwerk / Opera Staatsstraße (SS) 12 / Statale (SS) 12 Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera SS12_D01 Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Straßenkörper auf geschüttetem Damm / corpo stradale su rilevato</i></p> <p><i>Wird im Zuge der „Vorbereitenden Maßnahmen“ abgetragen Sarà demolito nell'ambito delle „Opere propedeutiche“</i></p>
<p>2 Bauwerke / Opere Staatsstraße (SS) 12 / Statale (SS) 12 Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera SS12_U03, SS12_U04, Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Unterführung für Gerinne, Betonkonstruktion / tombino corso d'acqua, cls</i></p> <p><i>Werden im Zuge der „Vorbereitenden Maßnahmen“ umgebaut Saranno ricostruiti nell'ambito delle „Opere propedeutiche“</i></p>

Elenco delle 23 opere con pericolo cedimenti medio

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

<u>Hohe Setzungsgefährdung:</u> <u>Insgesamt 11 Bauwerke</u>	<u>Pericolo cedimenti alto:</u> <u>in totale 11 opere</u>
Bauwerk / Opera <i>Autobahn (A) 22 / Autostrada (A) 22</i> Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera <i>A22_B01</i> Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Brücke über SS12 / ponte sulla SS12</i>	
Bauwerk / Opera <i>Autobahn (A) 22 / Autostrada (A) 22</i> Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera <i>A22_B02</i> Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Brücke über Weißenbach, Betonkonstruktion / ponte sul Rio Bianco, costruzione in cls</i>	
Bauwerk / Opera <i>Autobahn (A) 22 / Autostrada (A) 22</i> Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera <i>A22_U01</i> Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Unterführung für Radweg, Betonkonstruktion / sottopasso pista ciclabile, costruzione in cls</i>	
Bauwerk / Opera <i>Autobahn (A) 22 / Autostrada (A) 22</i> Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera <i>A22_U02</i> Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Unterführung für Gerinne, Betonkonstruktion / tombino corso d'acqua, cls</i>	
Bauwerk / Opera <i>Staatsstraße (SS) 12 / Statale (SS) 12</i> Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera <i>SS12_B01</i> Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Brücke über Weißenbach, Betonkonstruktion / ponte sul Rio Bianco, cls</i>	

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

<p>Bauwerk / Opera Staatsstraße (SS) 12 (verlegt) / Statale (SS) 12 Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera SS12_B02 Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Neue Brücke über Weißenbach, Betonkonstruktion / Nuovo ponte sul Rio Bianco, cls</i></p>	<p>Wird im Zuge der „Vorbereitenden Maßnahmen“ neu errichtet Sarà costruito nell'ambito delle „Opere propedeutiche“</p>
<p>Bauwerk / Opera Staatsstraße (SS) 12 / Statale (SS) 12 Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera SS12_U01 Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Unterführung für Gerinne, Betonkonstruktion / tombino corso d'acqua, cls</i></p>	<p>Wird im Zuge der „Vorbereitenden Maßnahmen“ abgetragen Sarà demolito nell'ambito delle „Opere propedeutiche“</p>
<p>Bauwerk / Opera Staatsstraße (SS) 12 / Statale (SS) 12 Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera SS12_U02 Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Unterführung für Gerinne, Betonkonstruktion / tombino corso d'acqua, cls</i></p>	<p>Wird im Zuge der „Vorbereitenden Maßnahmen“ neu errichtet Sarà costruito nell'ambito delle „Opere propedeutiche“</p>
<p>Bauwerk / Opera Radweg Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera R_B01 Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Brücke über SS12 / ponte sulla SS12, Holz-Stahl-Beton Konstruktion</i></p>	
<p>Bauwerk / Opera Radweg Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera R_B02 Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Brücke über Weißenbach, Holz-Stahl-Beton Konstruktion</i></p>	

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

<p>Bauwerk / Opera Eisenbahn Verona-Brenner / Linea FS Verona-Brennero Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera <i>RFI_UE01</i> Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Überführung Flaggerbach, Betonkonstruktion / Soprapassaggio Rio Vallaga, cls</i></p>

Elenco Opere con pericolo cedimenti alto

<u>Sehr hohe Setzungsgefährdung:</u> insgesamt 8 Bauwerke	<u>Pericolo cedimenti molto alto:</u> in totale 8 opere
<p>Bauwerk / Opera Gebäude / edificio Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Gebäude / edificio</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera <i>G01, Weißenbach 1 / Rio Bianco 1</i> Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Wohnhaus, gemauert / abitazione, murata</i></p>	
<p>Bauwerk / Opera Gebäude / edificio Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Gebäude / edificio</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera: G02 Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Vereinshaus, Sportplatz, gemauert / edificio Club sportivo, murato</i></p>	<p><i>Wird im Zuge der „Vorbereitenden Maßnahmen“ abgetragen Sarà demolito nell'ambito delle „Opere propedeutiche“</i></p>
<p>2 Bauwerke / Opere Eisenbahn Verona-Brenner / Linea FS Verona-Brennero Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i> Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera <i>RFI_U01, RFI_U02</i> Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Unterführung für Gerinne, Betonkonstruktion / tombino corso d'acqua, cls</i></p>	<p><i>Werden im Zuge der Hauptbauarbeiten abgetragen Saranno demoliti nell'ambito dei lavori principali“</i></p>

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

2 Bauwerke / Opere Eisenbahn Verona-Brenner / Linea FS Verona-Brennero	
Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i>	<i>Werden im Zuge der Hauptbauarbeiten abgetragen Saranno demoliti nell'ambito dei lavori principali"</i>
Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera <i>RFI_U03, RFI_U04</i>	
Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Unterführung für Feldweg, Betonkonstruktion / sottopasso stradina, cls</i>	
Bauwerk / Opera Eisenbahn Verona-Brenner / Linea FS Verona-Brennero	
Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i>	<i>Wird im Zuge der Hauptbauarbeiten abgetragen Sarà demolito nell'ambito dei lavori principali"</i>
Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera <i>RFI_D01</i>	
Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Eisenbahndamm, geschüttet / rilevato ferroviario, in terra</i>	
Bauwerk / Opera Eisenbahn Verona-Brenner / Linea FS Verona-Brennero	
Art des Bauwerkes / Tipo di opera <i>Infrastruktur / infrastruttura</i>	<i>Wird im Zuge der Hauptbauarbeiten abgetragen Sarà demolito nell'ambito dei lavori principali"</i>
Betrachteter Bauwerksteil / Parte considerata dell'opera: <i>RFI_D02</i>	
Technische Kurzbeschreibung / Breve sintesi tecnica <i>Eisenbahndamm, Steinmauer vermörtelt / rilevato ferrovia, muro con malta</i>	

Elenco delle 8 opere con pericolo cedimenti molto alto

Per una migliore comprensione della tabella seguente sulle 2 pagine, è riportato il riferimento tra i rilevamenti previsti nella relazione sulle "Asseverazioni" (con i nuovi codici identificativi) e la documentazione geodetica relativa alle opere indicate nella relazione "Valutazione a grandi linee della sensibilità ai cedimenti" (con i vecchi codici identificativi):

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio
Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

n. Nr.	Codice Code		Macrocategoria Hauptkategorie	Elemento Element	Asseverazione e Beweisicheru	Pericolo cedimenti Setzungsgefährdung	Annotazioni Anmerkungen	
	Nuovo Neu	Vecchio Alt					Influenze/ Einflüsse	documentazione geodetic geodätische Dokumentation
1	FB-W-1	G01	Edificio / Gebäude	Abitazione / Haus Weißenbach 1	+	molto alto / sehr hoch		
2	FB-W-2	-	Edificio / Gebäude	Edificio residenziale via San Martino 7 / Wohnhaus St. Martinstraße 7 Mittelwald	+			
3	FB-A-1	A22_B01	Autostrada A 22 / Autobahn A 22	Ponte sulla SS 12 / Brücke über der SS 12	+	molto alto / sehr hoch		
4	FB-A-2	A22_B02	Autostrada A 22 / Autobahn A 22	Ponte sul rio Bianco / Brücke über den Weißenbach	+	molto alto / sehr hoch		
5	FB-A-3	A22_U01	Autostrada A 22 / Autobahn A 22	Sottopasso ciclabile / Unterführung Radweg	+	molto alto / sehr hoch		
6	FB-A-4	A22_U02	Autostrada A 22 / Autobahn A 22	Tombone / Unterführung	+	molto alto / sehr hoch		
7	FB-A-5	A22_U03	Autostrada A 22 / Autobahn A 26	Tombone / Unterführung	+	medio / mäßig		
8	FB-A-6	A22_U04	Autostrada A 22 / Autobahn A 22	Tombone / Unterführung	+	medio / mäßig		
9	FB-A-7	-	Autostrada A 22 / Autobahn A 22	Ponte sul rio Mana / Brücke über den Marbach	+	medio / mäßig		
10	FB-A-8	A22_D02	Autostrada A 22 / Autobahn A 22	Muri rilevati / Betonstützmauer	+	medio / mäßig		
11	FB-A-9	A22_D01	Autostrada A 22 / Autobahn A 22	rilevato / Damm	+			documentazione geodetic geodätische Dokumentation
12	FB-S-1	SS12_B01	Strada Statale 12 / Staatsstraße 12	Ponte sul rio Bianco / Brücke über den Weißenbach	+	molto alto / sehr hoch		
13	FB-S-2	SS12_U01	Strada Statale 12 / Staatsstraße 12	Tombone / Unterführung	+	molto alto / sehr hoch	Wird nicht abgetragen/Wird nicht abgetragen	
14	FB-S-3	SS12_U03	Strada Statale 12 / Staatsstraße 12	nuovo tombone / neue Unterführung	+	medio / mäßig	Sarà ricostruito nell'ambito delle „Opere preparatorie“ Wird im Zuge der „Vorbereitenden Maßnahmen“ umgebaut	
15	FB-S-4	SS12_U04	Strada Statale 12 / Staatsstraße 12	nuovo tombone / neue Unterführung	+	medio / mäßig	Sarà ricostruito nell'ambito delle „Opere preparatorie“ Wird im Zuge der „Vorbereitenden Maßnahmen“ umgebaut	
16	FB-S-5	-	Strada Statale 12 / Staatsstraße 12	Ponte sul rio Mana / Brücke über den Marbach	+			
17	FB-S-6	SS12_B02	Strada Statale 12 / Staatsstraße 12	nuova ponte sul rio Bianco / neue Brücke über den Weißenbach	+	molto alto / sehr hoch	Sarà costruito nell'ambito delle „Opere preparatorie“ Wird mit den „Vorbereitenden Maßnahmen“ neu errichtet	
18	FB-S-7	SS12_U05	Strada Statale 12 / Staatsstraße 12	nuovo sottopasso pista ciclabile / neue Unterführung Radweg	+	molto alto / sehr hoch	Sarà costruito nell'ambito delle „Opere preparatorie“ Wird mit den „Vorbereitenden Maßnahmen“ neu errichtet	
19	FB-S-8	SS12_U02	Strada Statale 12 / Staatsstraße 12	nuovo tombone / neue Unterführung	+	molto alto / sehr hoch	Sarà costruito nell'ambito delle „Opere preparatorie“ Wird mit den „Vorbereitenden Maßnahmen“ neu errichtet	
20	FB-S-9	-	Strada Statale 12 / Staatsstraße 12	Nuovo muro / Neue Mauer	+		Sarà costruito nell'ambito delle „Opere preparatorie“ Wird mit den „Vorbereitenden Maßnahmen“ neu errichtet	documentazione geodetic geodätische Dokumentation
21	FB-S-10	SS12_D01	Strada Statale 12 / Staatsstraße 12	Rilevato stradale / Straßendamm	+	medio / mäßig	Sarà demolito nell'ambito delle „Opere preparatorie“ Wird bei den „Vorbereitenden Maßnahmen“ abgetragen	
22	FB-FR-1	RF1_U01	Ferovia del Brennero / Brennerseisenbahn	Sovrappasso rio Vullaga / Überführung Flaggerbach	+	molto alto / sehr hoch		
23	FB-FR-2	RF1_U01	Ferovia del Brennero / Brennerseisenbahn	Tombino / Unterführung	+	molto alto / sehr hoch	Sarà demolito nell'ambito dei lavori principali Wird im Zuge der Hauptbauarbeiten abgetragen	
24	FB-FR-3	RF1_D01	Ferovia del Brennero / Brennerseisenbahn	Rilevato in muratura / Steinmauer	+	molto alto / sehr hoch	Sarà demolito nell'ambito dei lavori principali Wird im Zuge der Hauptbauarbeiten abgetragen	
25	FB-FR-4	RF1_U02	Ferovia del Brennero / Brennerseisenbahn	Tombino / Unterführung	+	molto alto / sehr hoch	Sarà demolito nell'ambito dei lavori principali Wird im Zuge der Hauptbauarbeiten abgetragen	
26	FB-FR-5	RF1_U03	Ferovia del Brennero / Brennerseisenbahn	Tombino / Unterführung	+	molto alto / sehr hoch	Sarà demolito nell'ambito dei lavori principali Wird im Zuge der Hauptbauarbeiten abgetragen	
27	FB-FR-6	RF1_U04	Ferovia del Brennero / Brennerseisenbahn	Tombino / Unterführung	+	molto alto / sehr hoch	Sarà demolito nell'ambito dei lavori principali Wird im Zuge der Hauptbauarbeiten abgetragen	
28	FB-FR-7	RF1_D01	Ferovia del Brennero / Brennerseisenbahn	Rilevato / Damm	+	molto alto / sehr hoch	Sarà demolito nell'ambito dei lavori principali Wird im Zuge der Hauptbauarbeiten abgetragen	
29	FB-FS-1	FS1_MO1	Elettrodotta RF1 / Elektroleitung RF1	Traliccio / Gittermast	+	medio / mäßig		
30	FB-FS-2	FS2_MO1	Elettrodotta RF1 / Elektroleitung RF1	Traliccio / Gittermast	+	medio / mäßig		
31	FB-FS-3	FS2_MO2	Elettrodotta RF1 / Elektroleitung RF1	Traliccio / Gittermast	+	medio / mäßig		
32	FB-FS-4	FS1_MO2	Elettrodotta RF1 / Elektroleitung RF1	Traliccio / Gittermast	+	medio / mäßig		monitoraggio con misurazioni / messtechn. Überwachung von Masten/Kapitel 5.2.2.3
33	FB-FS-5	FS2_MO3	Elettrodotta RF1 / Elektroleitung RF1	Traliccio / Gittermast	+	medio / mäßig		monitoraggio con misurazioni / messtechn. Überwachung von Masten/Kapitel 5.2.2.3
34	FB-FS-6	FS1_MO3	Elettrodotta RF1 / Elektroleitung RF1	Traliccio / Gittermast	+	medio / mäßig		monitoraggio con misurazioni / messtechn. Überwachung von Masten/Kapitel 5.2.2.3
35	FB-FS-7	FS2_MO4	Elettrodotta RF1 / Elektroleitung RF1	Traliccio / Gittermast	+	medio / mäßig		monitoraggio con misurazioni / messtechn. Überwachung von Masten/Kapitel 5.2.2.3
36	FB-FS-8	FS1_MO4	Elettrodotta RF1 / Elektroleitung RF1	Traliccio / Gittermast	+	medio / mäßig		monitoraggio con misurazioni / messtechn. Überwachung von Masten/Kapitel 5.2.2.3
37	FB-FS-9	FS2_MO5	Elettrodotta RF1 / Elektroleitung RF1	Traliccio / Gittermast	+	medio / mäßig		monitoraggio con misurazioni / messtechn. Überwachung von Masten/Kapitel 5.2.2.3
38	FB-FS-10	FS2_MO6	Elettrodotta RF1 / Elektroleitung RF1	Traliccio / Gittermast	+	basso / gering		monitoraggio con misurazioni / messtechn. Überwachung von Masten/Kapitel 5.2.2.3
39	FB-FS-11	FS1_MO5	Elettrodotta RF1 / Elektroleitung RF1	Traliccio / Gittermast	+			monitoraggio con misurazioni / messtechn. Überwachung von Masten/Kapitel 5.2.2.3

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumenteninhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

n. Nr.	Codice Code		Macrocategoria Hauptkategorie	Elemento Element	Asseverazione e Beweissicherung	Pericolo cedimenti / Setzungsgefährdung	Annotazioni / Anmerkungen	
	Abravo Neu	Vecchio Alt					Influenza/ Einflüsse	documentazione geodetica geodätische Dokumentation
40	FB-FS-12	FS2_M07	Elettrodotta RFI / Elektroleitung RFI	Traliccio / Gittermast	+	medio / mäßig		
41	FB-FS-13	FS1_M09	Elettrodotta RFI / Elektroleitung RFI	Traliccio / Gittermast	+	medio / mäßig		
42	FB-FS-14	FS2_M11	Elettrodotta RFI / Elektroleitung RFI	Traliccio / Gittermast	+	medio / mäßig		
43	FB-BS-1	BS_M01	Elettrodotta ASM / Elektroleitung BS	Traliccio / Gittermast	+	medio / mäßig		
44	FB-BS-2	BS_M02	Elettrodotta ASM / Elektroleitung BS	Traliccio / Gittermast	+	medio / mäßig		monitoraggio con misurazioni / messtechn. Überwachung vedi capitolo/Kapitel 5.2.2.3
45	FB-BS-3	BS_M03	Elettrodotta ASM / Elektroleitung BS	Traliccio / Gittermast	+	medio / mäßig		monitoraggio con misurazioni / messtechn. Überwachung vedi capitolo/Kapitel 5.2.2.3
46	FB-BS-4	BS_M04	Elettrodotta ASM / Elektroleitung BS	Traliccio / Gittermast	+	medio / mäßig		
47	FB-BS-5	BS_M05	Elettrodotta ASM / Elektroleitung BS	Traliccio / Gittermast	+	medio / mäßig		
48	FB-SW-1	-	Fognatura / Schmutzwasserleitung	Fognatura / Schmutzwasserleitung	+			
49	FB-TW-0	-	Acquedotto / Trinkwasserleitung	Acquedotto Fortezza / Trinkwasserleitung Franzensfeste	+			
50	FB-TW-3	-	Acquedotto / Trinkwasserleitung	Acquedotto Plunger / Trinkwasserleitung Plunger	+			
51	FB-R-1	R_B01	Ciclabile / Radweg	Ponte sulla SS 12 / Brücke über der SS 12	+	molto alta / sehr hoch		
52	FB-R-2	R_B02	Ciclabile / Radweg	Ponte sul rio Bianco / Brücke über den Weißenbach	+	molto alta / sehr hoch		
53	FB-SI-1	R02	Strada privata / Privatstraße	Ponte sul rio Valloja / Brücke über den Flaggerbach	+			
54	FB-EN-1	ENEL_M02	Elettrodotta / Elektroleitung ENEL	Traliccio / Gittermast	+	molto alta / sehr hoch		monitoraggio con misurazioni / messtechn. Überwachung vedi capitolo/Kapitel 5.2.2.3
55	FB-EN-2	ENEL_M03	Elettrodotta / Elektroleitung ENEL	Traliccio / Gittermast	+	molto alta / sehr hoch		
56	FB-IP-1	-	Impianto idroelettrico / Wasserkraftwerk	Impianto idroelettrico Plunger / Wasserkraftwerk Plunger	+			
57	-	G02	Edificio / Gebäude	edificio Club sportivo / Vereinshaus Sportplatz	-	molto alta / sehr hoch	Sarà demolito nell'ambito dei lavori principali / Wird im Zuge der Hauptbauarbeiten abgetragen	Assume documentazione geodetica keine geodätische Dokumentation

Tabella 8: *Übersicht der betroffenen Bauwerke*
 Tabella 8: *visione d'insieme delle opere interessate*

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

In sintesi dalla tabella sul pericolo cedimenti molto alto risultano 8 opere con un pericolo cedimenti molto alto. Di queste solo per 7 opere viene eseguito il monitoraggio geodetico, dato che l'edificio del campo sportivo G02 sarà demolito prima dell'inizio dei lavori principali di costruzione.

In sintesi dalla tabella sul pericolo cedimenti alto risultano 11 opere con un pericolo cedimenti alto. Di queste, per tutte le opere viene eseguito il monitoraggio geodetico e, addizionalmente, anche per il nuovo sottopasso ciclabile della SS12 con il (vecchio) codice identificativo SS12 U05.

In sintesi dalla tabella sul pericolo cedimenti medio risultano 23 opere con un pericolo cedimenti medio. Di queste solo per 15 opere viene eseguito il monitoraggio geodetico, dato che 8 tralicci delle linee ad alta tensione già sono inclusi nel monitoraggio con misurazione. Oltre a ciò, viene eseguito il monitoraggio geodetico anche per il rilevato dell'autostrada (n. 11 della tabella della visione di insieme delle opere interessate) e per il nuovo muro della SS12 (n. 20 della tabella della visione di insieme delle opere interessate).

Per il monitoraggio delle opere rilevanti, prima dell'inizio dei lavori devono essere installati i punti di misurazione corrispondenti con la possibilità di attaccare dei target riflettenti ed anche i capisaldi.

Le misurazioni necessarie a tal fine sono descritte al capitolo 7 „Misurazioni geotecniche e di monitoraggio“, in merito a:

- zone di misura
- programma di misurazione e sezioni di misura
- apparecchi di misurazione
- esecuzione e frequenza delle misurazioni
- restituzione dei risultati delle misurazioni

10.5.2

10.5.2 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

Il monitoraggio in corso d'opera ha lo scopo di tenere continuamente sotto controllo lo stato del sottosuolo e della morfologia all'interno delle aree di influenza dell'attività in progetto, in termini qualitativi e quantitativi, e di documentare eventuali alterazioni.

10.5.3

10.5.3 RISCHI E FENOMENI ESTERNI, GEOGENI

10.5.3.1

10.5.3.1 RISCHI E FENOMENI DOVUTI ALL'ATTIVITÀ LAVORATIVA

Le misurazioni effettuate nel corso dei lavori riguardo interventi lavorativi (preintagli, scarpate d'intaglio e di rilevato, superfici al di sopra di opere sotterranee, prescavo, ecc.) servono per rilevare gli effetti delle costruzioni sul terreno, soprattutto in funzione dei

- cedimenti
- instabilità ed erosione di scarpate nonché instabilità di versante a seguito di intagli, scavi.

Qui si tratta del monitoraggio geodetico in fase di costruzione, e della relativa documentazione, a carico dell'appaltatore di quegli edifici e quelle opere nella zona d'influenza dei lavori di costruzione (abbassamento della falda e interventi di costruzione stessi) di cui alla Tabella di Visione insieme delle Opere interessate: per i quali, nell'ambito della documentazione geodetica, è stata effettuata una lettura di zero ante operam e, per i quali, successivamente, durante i lavori di costruzione, il relativo monitoraggio tecnico di misura risulti necessario.

Queste attività vengono eseguite addizionalmente ai rilievi di monitoraggio già trattati.

La descrizione dettagliata delle misurazioni vale anche per le misurazioni trattate nel presente capitolo.

10.5.4

10.5.4 MONITORAGGIO POST OPERAM

Il monitoraggio post operam ha lo scopo di rappresentare lo stato finale nonché di documentare eventuali deformazioni e cedimenti che perdurano.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Rischi e fenomeni esterni, geogeni

Le prestazioni del monitoraggio al termine dell'esecuzione dell'opera, relative a rischi e fenomeni estremi, geogeni, sono state già precedentemente illustrate.

Rischi e fenomeni dovuti all'attività lavorativa

Le misurazioni saranno concluse quando, terminati i lavori, non si manifestano variazioni delle misure maggiori della precisione di rilevamento nell'arco di un mese.

Per eventuali deformazioni e cedimenti che perdurano oltre il termine della fase dei lavori continuerà il monitoraggio su incarico della Direzione lavori.

Questi rilevamenti devono essere eseguiti dall'Affidatario

10.6

10.6.1

10.6 SVOLGIMENTO

10.6.1 FREQUENZA DEI RILEVAMENTI

In linea di massima viene qui di seguito riassunta:

- la lettura di zero sarà eseguita subito dopo la posa del dispositivo di misurazione;
- i punti di misura delle opere a rischio di cedimenti, i cui rilevamenti in continuo sono disposti dalla Direzione Lavori soltanto nel corso degli interventi costruttivi, sono da sottoporre a misurazione almeno una volta al giorno.
- Le misurazioni saranno eseguite almeno fino a quando sarà raggiunta con il riempimento degli scavi delle gallerie artificiali la quota del bordo superiore del diaframma e fino all'esecuzione del rivestimento definitivo delle gallerie naturali;
- Nel caso in cui, tra due intervalli di misura, viene rilevata una riduzione dell'incremento delle deformazioni, e detto incremento è inferiore di 1mm/settimana, la misurazione dei cedimenti avverrà ad intervalli temporali più ampi (cioè almeno 1 volta al mese).

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

10.6.2

10.6.2 RESTITUZIONE DEI DATI

La restituzione avverrà secondo il programma di dettaglio di misurazione approvato da BBT SE nell'ambito del progetto esecutivo e secondo le indicazioni per la restituzione stabilite nel progetto esecutivo

Tutti i dati saranno restituiti in formato adeguato per l'inserimento nella piattaforma di collaborazione 2doc del Committente.

Termini di restituzione dati:

- L'analisi e la rappresentazione grafica dei risultati delle misurazioni saranno immediate e continue, al fine di poter adottare tempestivamente, se necessario, gli interventi atti a contrastare un incremento grande e/o progressivo delle deformazioni, e per un adeguamento del processo di esecuzione degli interventi di stabilizzazione.
- L'appaltatore metterà a disposizione di BBT SE e della D.L. l'analisi continua dei dati e che presenterà ogni mese, un'accurata e chiara relazione delle misurazioni.

10.6.3

10.6.3 COMPETENZE

Di seguito vengono specificati i soggetti responsabili per l'esecuzione delle diverse attività previste dal piano di monitoraggio:

A carico appaltatore:

- Esecuzione misurazioni e coordinamento incluso l'acquisizione, la trasmissione, la gestione e l'archiviazione dati in forma di una lettura di zero per la documentazione geodetica per opere a rischio di cedimenti compresa la messa a disposizione degli apparecchi di misura necessari;
- Fornitura, installazione, messa in funzione, collaudo, messa a disposizione, gestione e manutenzione della strumentazione del sistema completo di monitoraggio per opere a rischio di

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

cedimenti, per le quali si è rilevato necessario solamente più tardi, durante i lavori di costruzione, effettuare un monitoraggio con misure per tutto il periodo di costruzione ed esecuzione delle misurazioni e coordinamento incluso l'acquisizione, la trasmissione, la gestione e l'archiviazione e restituzione dei dati;

- Restituzione misure;
- Adozione di provvedimenti durante la costruzione per limitare effetti negativi sulle opere monitorate disposti dalla Direzione Lavori e/o dal proprietario;
- Adozione di provvedimenti in riferimento al superamento dei valori limite, che vengono stabiliti per tali opere a rischio di cedimenti.

A carico di figure diverse dall'appaltatore:

- Le prestazioni del monitoraggio durante l'esecuzione dell'opera, relative a rischi e fenomeni estremi, geogeni (a carico di un soggetto terzo incaricato da BBT);
- Le prestazioni del monitoraggio successivamente all'esecuzione dell'opera, relative a rischi e fenomeni esterni, geogeni, dopo la realizzazione dell'intera opera costruttiva (a carico di un soggetto terzo incaricato da BBT);
- Valutazione dei risultati dei rilevamenti: ed accettazione valutazione (a carico della D.L.).

11

11 FIUME ISARCO

Oltre all'utilizzo di stazioni di misura esistenti a monte del cantiere, tipo idrometri e pluviometri, si ritiene che rendere il cantiere autonomo nella gestione delle emergenze, possa aumentare il livello di sicurezza.

11.1

11.1 MONITORAGGIO DELLE PIENE

Il cantiere verrà dotato di un misuratore dei livelli idraulici del fiume al fine di monitorare il deflusso delle piene.

Lo strumento di misura verrà installato nel tratto di fiume interessato dai lavori per l'attraversamento dell'Isarco, in corrispondenza del ponte di nuova realizzazione.

Lo strumento di misura sarà di tipo elettronico, la sua installazione prevede anche un adeguato ancoraggio e una sezione sufficientemente protetta da erosioni e scalzamenti.

L'operatore incaricato delle misurazioni terrà un registro completo delle misure e manterrà un coordinamento costante e diretto con il responsabile della sicurezza del cantiere e il direttore lavori.

La misura dei livelli idraulici è inserita nel piano di emergenza, con l'obiettivo della sicurezza dei lavoratori e delle infrastrutture di cantiere. In funzione dei livelli idraulici verrà predisposto un sistema di allerta ed in ultimo un piano di evacuazione di tutte le aree di cantiere soggette ad inondazione e con presenza di scavi aperti (pozzi di accesso alle gallerie e vascone). Il piano di emergenza prevede inoltre un coordinamento con le autorità di protezione civile e allerta meteo, in modo tale da poter anticipare la previsione di eventi intensi potenzialmente correlabili ad eventi di piena del fiume a Fortezza. In caso di allerta meteo è prevista una misurazione dei livelli a cadenza oraria e/o semi-oraria.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

11.1.1

11.1.1 IDROMETROGRAFO AUTOMATICO

L'idrometro automatico sfrutta il principio di funzionamento ad ultrasuoni ed è un sensore completamente elettronico progettato per misurare l'aumento o la diminuzione del livello dell'acqua nei bacini idrici.

Questa misura, combinata con i dati sulle precipitazioni ed eventualmente sull'evaporazione, è essenziale per monitorare in tempo reale le situazioni a rischio e prevenire eventuali danni.

Tecnologia e funzionamento

L'idrometro a ultrasuoni è composto da due trasduttori affiancati: uno trasmette un impulso ultrasonico diretto ad un corpo sottostante, mentre l'altro misura il tempo impiegato dall'impulso stesso per percorrere la distanza tra i trasduttori e la superficie del corpo.

Questo tempo fornisce la misura dell'aumento o della diminuzione del livello del corpo sottostante. Il software di gestione depura il segnale compensando le turbolenze locali della superficie del liquido e le influenze della temperatura sul tempo di propagazione degli ultrasuoni.

Il sensore fa riferimento a un'unità di controllo autonoma dotata di microprocessore che traduce ed elabora i dati in primo livello prima di consegnarli all'unità centrale. I dati vengono organizzati in pacchetti precodificati immediatamente disponibili: in questo modo si snellisce la trasmissione evitando il sovraccarico sulla stazione e scongiurando eventuali perdite di informazioni.

Caratteristiche tecniche

- Range di misura: 0 ÷ 20 m
- Memoria Flash-Eprom dati: 128 kB (pari a circa un anno di dati)
- Precisione di misura: 0.2% della misura (tipicamente entro ± 1 cm)
- Risoluzione: 1 cm
- Compensazione di temperatura incorporata

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- Dimensioni: 185 (Ø) x 290 mm
- Peso: 2,6 kg

11.1.2

11.1.2 UNITÀ DI ACQUISIZIONE DATI IDROMETRO AUTOMATICO

La stazione periferica è il primo segmento operativo del sistema ed è il terminale di acquisizione delle misure idrologiche rilevate sul campo. Progettata come una struttura modulare altamente flessibile, la stazione può gestire un numero elevatissimo sensori e moduli speciali che, grazie alla logica dell'intelligenza distribuita, si coordinano ottimizzando l'efficienza del sistema.

La configurazione modulare prevista permette di realizzare importanti vantaggi, tra i quali:

- **Versatilità:** la stazione può essere configurata di volta in volta in modo differente, per rispondere al meglio alle esigenze specifiche del tipo e del sito di misura
- **Espandibilità:** la stazione può essere facilmente aggiornata e integrata con nuovi moduli, a seconda delle esigenze del cliente e dell'evoluzione del contesto in cui è calata e della situazione con cui si confronta.
- **Massima efficienza:** grazie alla tecnologia dell'intelligenza distribuita l'elaborazione dei dati avviene per processi distinti, con massima efficienza e la stazione può garantire una trasmissione costante ed affidabile dei dati, in tempo reale.
- **Autonomia energetica:** bassi consumi, alimentazione a celle solari con sistema di backup a batterie tampone, in grado di svincolare le postazioni remote di misura dalla necessità di infrastrutture per l'alimentazione da rete elettrica, garantendo al contempo operatività per lunghi periodi anche in assenza di insolazione.
- **Semplicità di gestione ed utilizzo:** ogni modulo collegato alla stazione può essere aggiornato o riprogrammato da remoto.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

L'impostazione user-friendly permette all'operatore di svolgere facilmente tutte le funzioni di diagnostica, programmazione, configurazione e visualizzazione dati.

- **Protezione degli accessi:** l'accesso alle operazioni di consultazione e gestione delle unità sono protette tramite password, con differenti livelli di permission, al fine di garantire una adeguata sicurezza delle postazioni.

Tecnologia e funzionamento

La stazione costituisce un microsistema autonomo, integrato a sua volta all'interno di una struttura più ampia, quella del sistema di monitoraggio. La stazione è basata su una struttura completamente modulare, secondo la quale le apparecchiature sono costituite da blocchi funzionali distinti e fisicamente separati, collegati fra di loro meccanicamente ed elettricamente in modo semplice e affidabile. Questa è l'applicazione del concetto di modularità ad "intelligenza distribuita": una tecnologia che permette di strutturare l'elaborazione dati su più livelli potenziando l'efficienza complessiva del sistema. Ed è la chiave dell'estrema flessibilità del sistema.

Il modulo di base è l'unità base di acquisizione a cui sono demandate tutte le attività di gestione del sistema. Tutti gli elementi della stazione (sensori, interfacce, apparati di trasmissione) sono visti come moduli indipendenti che in qualunque momento possono essere connessi o disconnessi con l'unità base, senza per questo limitare le loro funzionalità. Ogni modulo è fornito di un microprocessore specifico attraverso il quale coordina e gestisce autonomamente diverse funzioni. Grazie al bus di comunicazione, l'unità di acquisizione si occupa del coordinamento e del controllo dei vari moduli connessi, provvedendo a raccoglierne i dati da ciascuno.

L'interfaccia utente, altro modulo importante per il funzionamento della stazione, è adibito specificatamente alle funzioni di gestione della stazione da parte dell'operatore. Tramite l'interfaccia, è possibile accedere alle impostazioni di diagnostica, di programmazione, di configurazione e di visualizzazione dati direttamente dalla stazione.

I sistemi possono essere integrati nei diversi software

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

e sistemi informativi previsti per la gestione del progetto.

Caratteristiche tecniche

STAZIONE:

- Temperatura di funzionamento: $-40 \div +60$ °C
- Contenitore in polycarbonato con grado di protezione IP65, in grado di garantire la funzionalità anche in casi di umidità al 100%
- Possibilità di contenitore con blindatura leggera o pesante
- Dimensioni del contenitore: 600x800x250 mm

UNITA' BASE:

- 3 ingressi analogici, controllabili in tensione 0-5 V oppure in corrente 0-20mA ($R_i = 250 \Omega$)
- 3 Ingressi digitali, isolati galvanicamente
- Ingressi dedicati per i seguenti sensori: termometro aria e/o termo resistenza, igrometro aria, pluviometro, anemometro, radiometro (radiazione diretta e riflessa), barometro
- Uscita digitale, isolata galvanicamente

KEYBOARD-DISPLAY:

- Display LCD a 128 x 64 Punti (capace di visualizzare 16 caratteri x 8 linee)
- Elemento riscaldante che consente il funzionamento del display nel campo di temperatura operativo
- CPU 16 bit a 16 Mhz

11.2

11.2 STAZIONE METEO

Il cantiere verrà dotato di una stazione meteo, equipaggiata come minimo di un termometro, pluviometro, igrometro, gonioanemometro e barometro.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

La lettura degli strumenti potrà avvenire a cadenza giornaliera e in caso di concomitanza con lavorazioni sensibili a cadenza inferiore su indicazione del direttore lavori.

L'operatore incaricato delle misurazioni dovrà tenere un registro completo delle misure e mantenere un coordinamento costante e diretto con il responsabile della sicurezza del cantiere e il direttore lavori.

Il termometro e l'idrometro risultano di concreta utilità in relazione alle lavorazioni che richiedono condizioni di temperatura e umidità controllate, in quest'ottica questi due specifici strumenti devono essere previsti sia all'aperto che nelle gallerie.

Il pluviometro fornisce un utile registro storico, nonché informazioni real-time per immediate azioni correttive qualora l'intensità di pioggia possa compromettere la percorribilità delle strade di cantiere, aumentare il dilavamento nelle aree interessate da lavorazioni potenzialmente inquinanti e quindi aumentare la portata dei reflui da inviare all'impianto di trattamento, e infine causare allagamenti che possano mettere a rischio la sicurezza dei lavoratori.

L'anemometro fornisce utili indicazioni sulla velocità del vento. Questo dato può risultare importante in relazione alle aree di cantiere dove sono stoccati materiali fini che vengono sollevati e trasportati dal vento. Il monitoraggio può dunque guidare azioni correttive (bagnamento o copertura con teli) per prevenire la dispersione di potenziali inquinanti.

11.3

11.3 FREQUENZA DEI RILEVAMENTI

Di seguito si riportano le frequenze di misurazione della Stazione Idrometeo.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Strumentazione	Modalità di Acquisizione	In Esercizio	Limite di Avviso	Limite di Allerta	Valore Limite
Termoigrometro	Automatica	In continuo	In continuo	In continuo	In continuo
Gonioanemometro	Automatica	In continuo	In continuo	In continuo	In continuo
Barometro	Automatica	In continuo	In continuo	In continuo	In continuo
Pluviometro	Automatica	In continuo	In continuo	In continuo	In continuo
Idrometro	Automatica	6h	60'	30'	5'

Frequenza delle misure – Stazione Idrometeo

11.4

11.4 VALORI DI SOGLIA STRUMENTALI

Di seguito si riportano i valori di soglia previsti.

Fasi	Livelli Idraulici	Limite di Avviso (m slm)	Limite di Allerta (m slm)	Valore Limite (m slm)
Lavori in alveo	Magra	---	767.15	767.30
Lavori Spondali	HQ5	767.30	767.50	768.49
Lavori	HQ30	768.49	769.21	770.21
Esercizio	HQ150	768.49	769.74	770.74

Valori di Soglia Livelli Idraulici

12

12 ALLEGATO

Descrizione del software di monitoraggio "2doc"
della BBT SE

SOFTWARE DI MONITORAGGIO 2DOC

1. DISPOSIZIONI GENERALI

Il sistema di documentazione galleria della committenza è un software per il rilevamento, l'archiviazione e l'analisi dei dati che vengono rilevati nel corso di un progetto di galleria. Il programma integra i dati provenienti da diversi settori e serve come piattaforma per la collaborazione all'interno dello staff di cantiere. L'obiettivo del software consiste nella redazione di una documentazione comune dei dati, strutturata e standardizzata uniformemente.

Il software serve come strumento a tutte le persone coinvolte nelle realizzazioni.

L'obiettivo è di mettere a disposizione alle persone interessate coinvolte nelle realizzazioni tutti i dati provenienti dalle attività di monitoraggio tempestivamente.

Il software include la gestione dei dati e delle funzionalità di analisi.

Il sistema consente un'interfaccia utenti e una gestione dei dati plurilingue.

Il sistema dispone di una gestione dei diritti che permette la gestione delle autorizzazioni per ogni singolo settore.

2. COMPITI DELL'AFFIDATARIO

Una volta effettuata la misurazione, tutti i risultati di misura e tutte le informazioni necessarie saranno messi a disposizione del committente e della Direzione lavori su un server FTP entro i termini prestabiliti; a richiesta, essi possono essere inviati anche tramite posta elettronica e immessi nel sistema di documentazione predisposto dalla BBT ("2doc"). Ai fini dell'acquisizione

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: **Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

dei dati nel sistema di documentazione è necessario che i dati siano trasmessi nei formati di seguito indicati. Il sistema di documentazione consente altresì l'archiviazione di eventuali valutazioni originali (PDF, JPG, documenti scannerizzati, ecc.) dell'affidatario. Quest'ultimo è tenuto a verificare la completezza e validità dei dati inseriti nel sistema di gestione dei dati.

- L'affidatario inserirà nel sistema tutti i dati rilevabili dal sistema "2doc" di documentazione galleria. Tra questi figurano i dati grezzi provenienti dai sensori e i dati grezzi inseriti manualmente, tutti i risultati di misurazioni, rilevamenti, prove e rilievi, compresa la relativa documentazione come ad esempio schede dati, certificati ed altra documentazione rilevante.
- Il sistema consente anche la redazione automatica di relazioni. Le relazioni e grafici, una volta redatti, devono essere verificati, validati ed eventualmente rielaborati. Il documento compiuto (PDF, dwg, doc. ecc.)—verrà poi a sua volta inserito nel sistema.
- La banca dati del sistema dovrà essere mantenuta e i dati verranno aggiornati.
- Tutti i dati misurati e rilevati saranno aggiornati nel sistema entro 12 ore. In presenza di condizioni di avanzamento particolarmente critiche e su indicazione del committente, un aggiornamento sarà fatto entro 6 ore.
- Almeno un mese prima dell'inizio dei lavori di scavo, l'affidatario inserirà i dati di prova nel sistema, in modo da conoscere bene il sistema al momento dell'inizio dei lavori di scavo.
- L'affidatario inserirà tutti i dati in lingua tedesca e italiana nel sistema.
- L'affidatario definirà una persona di riferimento che assumerà la funzione e la responsabilità di gestore dei dati. Detta persona si occuperà della gestione del sistema e fungerà da persona di riferimento per il committente.
- Nell'ambito delle attività di costruzione, il sistema può essere adattato a condizioni e ad esigenze particolari e sviluppato ulteriormente anche

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

durante i lavori. L'affidatario sosterrà il committente in tutte le questioni relative all'adattamento, alla manutenzione e all'ulteriore sviluppo.

- In caso di guasto, i dati vengono archiviati e gestiti temporaneamente dall'affidatario stesso e verranno inseriti successivamente, ossia al momento della rimessa in esercizio del sistema, per garantire un'archiviazione e una documentazione continua e completa dei dati.

3. REQUISITI PER L'UTILIZZO DEL SISTEMA DI GESTIONE DEI DATI DELLA BBT "2DOC"

La BBT mette a disposizione dei suoi affidatari il proprio sistema di gestione dei dati, denominato "2doc", su un Terminal server. L'affidatario non è tenuto ad acquistare alcuna ulteriore licenza per l'utilizzo del sistema.

3.1 Requisiti tecnici

Per l'utilizzo del sistema di gestione dei dati adottato dalla BBT è necessario un computer con connessione a Internet che presenti le specifiche seguenti:

- requisiti hardware: computer attualmente (stato aggiornato al maggio 2010) disponibile in commercio;
- risoluzione dello schermo pari a un minimo di 1280x1024;
- sistema operativo Microsoft Windows XP SP2/SP3, Microsoft Windows Vista (versione da 32 o 64 bit) o superiore
- connessione a Internet a banda larga con una velocità di accesso pari a un minimo di 8192 kbit/s in direzione downstream e 8192 kbit/s in direzione upstream. Il volume di dati trasmesso durante l'utilizzo del server di terminali corrisponde al volume generato dalla sessione di lavoro sui terminali stessa nonché dal volume di dati trasferiti dall'affidatario al server (per esempio, dati di misurazione);

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- per l'utilizzo è necessaria la preventiva installazione di un client software gratuito (Citrix XenApp Web Plugin)

3.2 Addestramento

Per l'utilizzo del sistema di gestione dei dati sono necessari due corsi di addestramento di otto ore ciascuno. Tale formazione è rivolta esclusivamente al referente nominato dall'affidatario e al/alla rappresentante di quest'ultimo.

4. STRUTTURA DEI DATI DEI SENSORI

4.1 Rilievi dei fenomeni deformativi in 3d

Il file da importare sarà nel formato ASCII. I dati saranno salvati separatamente in righe e colonne, ciascuna riga descrive i dati di una determinata misura relativa ad un punto di misura e una determinata ora di misura. Sintassi e semantica dei file saranno comunicati completamente mediante file campione oppure sotto forma di una specifica formale.

Ciascuna riga conterrà (almeno) le seguenti indicazioni:

- coordinate X, Y, Z
- identità del punto di misura (numero): le identità dei punti di misura all'interno di una sezione strumentata saranno univoche. Punti di misura uguali in diversi profili di misura avranno la stessa identità.
- Data della misurazione
- metro di scavo oppure metro dell'asse della sezione strumentata (valore numerico)
- indicazione di misure errate
- indicazione di misure zero oppure delle misure seguenti a zero

La struttura esatta della tabella sarà definita d'intesa con il committente.

4.2 Celle di Pressione

Il file da importare sarà nel formato ASCII. I dati saranno salvati separatamente in righe e colonne,

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

ciascuna riga descrive i dati di una determinata misura relativa ad una cella di carico e una determinata ora di misura. Sintassi e semantica dei file saranno comunicati completamente mediante file campione oppure sotto forma di una specifica formale.

Ciascuna riga conterrà (almeno) le seguenti indicazioni:

- data ed ora della misura
- pressione [Mpa]
- temperatura [°C]

La struttura esatta della tabella sarà definita d'intesa con il committente.

4.3 Estensimetri

Il file sarà nel formato ASCII. I dati relativi alle misure saranno salvati per riga e separatamente nelle colonne, in modo che tutte le misure (aste) di un estensimetro ad un determinato momento di misura siano salvate in colonne separate. Il numero delle colonne non è quindi determinato in modo fisso. Sintassi e semantica dei file saranno comunicati completamente mediante file campione oppure sotto forma di una specifica formale.

Ciascuna riga conterrà (almeno) le seguenti indicazioni:

- data ed ora della misura
- risultato della misura per ciascuna asta [m] oppure [mm]
- temperatura [°C]

La struttura esatta della tabella sarà definita d'intesa con il committente.

4.4 Celle di Carico

Il file sarà nel formato ASCII. I dati relativi alle misure saranno salvati per riga e separatamente nelle colonne, in modo che tutte le misure dello strumento ad un determinato momento di misura siano salvate in colonne separate. Il numero delle colonne non è quindi determinato in modo fisso. Sintassi e semantica dei file saranno comunicati completamente mediante file campione oppure sotto forma di una specifica formale.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

Ciascuna riga conterrà (almeno) le seguenti indicazioni:

- data ed ora della misura
- risultato della misura di carico [kPa]

La struttura esatta della tabella sarà definita d'intesa con il committente.

4.5 Piezometri Elettrici

Il file sarà nel formato ASCII. I dati relativi alle misure saranno salvati per riga e separatamente nelle colonne, in modo che tutte le misure dello strumento ad un determinato momento di misura siano salvate in colonne separate. Il numero delle colonne non è quindi determinato in modo fisso. Sintassi e semantica dei file saranno comunicati completamente mediante file campione oppure sotto forma di una specifica formale.

Ciascuna riga conterrà (almeno) le seguenti indicazioni:

- data ed ora della misura
- risultato della misura della pressione [kPa]
- temperatura [°C]

La struttura esatta della tabella sarà definita d'intesa con il committente.

4.5 Inclinatori Verticali biassiali automatizzati

Il file sarà nel formato ASCII. I dati relativi alle misure saranno salvati per riga e separatamente nelle colonne, in modo che tutte le misure dello strumento ad un determinato momento di misura siano salvate in colonne separate. Il numero delle colonne non è quindi determinato in modo fisso. Sintassi e semantica dei file saranno comunicati completamente mediante file campione oppure sotto forma di una specifica formale.

Ciascuna riga conterrà (almeno) le seguenti indicazioni:

- data ed ora della misura
- risultato della misura di inclinazione dell'asse X [sin α]
- risultato della misura di inclinazione dell'asse Y [sin β]
- temperatura [°C]

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

**Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)**

Settore: Progettazione delle opere
Tema: Monitoraggio

**Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni
deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)**

sono interpretate come righe di commento e sono pertanto ignorate.

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

5.5 Separatore

Il separatore di colonne è la tabulazione (codice ASCII 9).

5.6 Colonne del tipo “testo”

Nelle colonne che contengono testo non si devono usare tabulazioni, in quanto queste ultime sono interpretate come separatori di colonne. Ogni colonna di testo di un formato di importazione definito presenta una lunghezza definita. Se il testo di una colonna supera questa lunghezza definita, i rimanenti caratteri sono ignorati.

5.7 Colonne del tipo “data”

Se in una colonna si indica una data, è richiesto il seguente formato (in conformità a ISO 8601): YYYY-MM-DD

- L'anno deve essere rappresentato a quattro cifre
- Il carattere separatore tra anno-mese e mese-giorno è il trattino (codice ASCII 45).
- Il mese e il giorno possono essere rappresentati a una o due cifre. Sono ammessi gli zero per introdurre il mese e il giorno.

2008-02-13 2008-2-08 2008-1-1 2009-09-02

5.8 Colonne del tipo “data e ora”

- Se in una colonna si indica una data seguita dall'ora, è richiesto il seguente formato (in conformità a ISO 8601): YYYY-MM-DD [HH[:MM[:SS]]]
- Il carattere separatore tra la data e l'ora è costituito da uno spazio (codice ASCII 32) o da una “T” (codice ASCII 84), per esempio: 2008-02-13T22:03.
- Le convenzioni relative al formato per la data corrispondono a quelle per colonne del tipo “data” (vedi sopra).

Fachbereich: Bauwerksplanung
Thema: Monitoring

Dokumentinhalt: Bericht Externes Monitoring
(Verformungsmessungen, Erschütterungen, Untergrund)

Settore: Progettazione delle opere

Tema: Monitoraggio

Contenuto documento: Piano di monitoraggio esterno (misurazioni deformazioni, vibrazioni, sottosuolo)

- Il carattere separatore tra ore-minuti e minuti-secondi è il doppio punto (codice ASCII 58).
- Ore, minuti e secondi possono essere rappresentati a una o due cifre.
- L'indicazione di ore, minuti e secondi è facoltativa. La mancanza di indicazione relativamente a ore, minuti o secondi è interpretata come ore, minuti o secondi pari a zero.

Esempi

2008-02-13 22:03:22
2008-02-13 22:03
2008-02-13 22
2008-02-13T22:03

5.9 Colonne del tipo "numerico"

I valori numerici non devono contenere separatori di migliaia. Come separatore decimale si può utilizzare il punto o la virgola. Il numero di cifre consentite prima e dopo la virgola è definito nel relativo contesto. Esso va in ogni caso inteso come numero massimo. Se, quindi, fossero ammesse cinque cifre prima e tre dopo la virgola, 2.71 sarebbe un valore valido.

5.10 Colonne del tipo "logico"

Se in una colonna si indica un valore logico (vero/falso), "vero" è contrassegnato dalla lettera T o t (rispettivamente codice ASCII 84 e 116) e "falso" dalla lettera F o f (rispettivamente codice ASCII 70 e 102).