



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						
04 - Hydraulik und Hydrologie				04 – Idraulica e Idrologia						
Thema				Tema						
Stetslaufbrunnen				Pozzo per il flusso continuo						
Dokumentenart				Tipo documento						
Bericht				Relazione						
Titel				Titolo						
Stetslaufbrunnen				Pozzo per il flusso continuo						
Ausführende Unternehmen / Imprese esecutrici		Beauftragte / Mandataria:		Bearbeitung des Dokuments / Elaborazione del documento		 				
		  <small>CONSORZIO COOPERATIVE COSTRUZIONI C.C.C.</small>		Datum/Data		Name/Nome				
				Bearbeitet / Elaborato		14.01.2016				
		 		Geprüft / Verificato		14.01.2016				
		 		Freigegeben / Autorizzato		14.01.2016				
				Gesehen BBT / Visto BBT_RUP		A. Lombardi				
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO – BRENNER BASISTUNNEL BBT SE				Massstab / Scala		-				
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 Stato	Los Lotto	Einheit Unità	Nummer Numero	Fachbereich Settore	Thema Tema	ID Numm. Num. ID	Vertrag Contratto	Nummer Codice	Dok.art Tipo doc.	Revision Revisione
02	H71	AF	002	04	02	001.00	B0115	00605	RT5	02

Fachbereich: 04 - Hydraulik und Hydrologie
Thema: Stetslaufbrunnen
Dokumenteninhalt: Stetslaufbrunnen

Settore: 04 – Idraulica e Idrologia
Tema: Pozzo per il flusso continuo
Relazione: Pozzo per il flusso continuo

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
02	Anmerkungen BBT vom 15.12.2015 Osservazioni BBT del 15.12.2015	D. Azzaroli	14.01.2016
01	Anmerkungen BBT Osservazioni BBT	D. Azzaroli	23.11.2015
00	Erstversion Prima Versione	D. Azzaroli	06.08.2015

1 EINLEITUNG

1	INTRODUZIONE	5
---	--------------------	---

2 ALLGEMEINE EINORDNUNG

2	INQUADRAMENTO GENERALE	6
---	------------------------------	---

2.1 DAS BAULOS "EISACKUNTERQUERUNG"

2.1	IL LOTTO DI COSTRUZIONE "SOTTOATTRA-VERSAMENTO ISARCO"	6
-----	--	---

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

2.1.1	OPERE DEL SUBLOTTO "OPERE PROPEDEUTICHE SOTTOATTRAVERSAMENTO ISARCO"	6
-------	--	---

2.2 BAUWERKE DES SUB-BAULOSES "HAUPTBAUWERKE EISACKUNTERQUERUNG"

2.2	OPERE DEL SUBLOTTO "OPERE PRINCIPALI SOTTOATTRAVERSAMENTO ISARCO"	7
-----	---	---

2.3 BAUWERKE DES SUB-BAULOSES "HAUPTBAUWERKE EISACKUNTERQUERUNG", DIE NICHT BESTANDTEIL DER PLANUNG SIND

2.3	OPERE DEL SUBLOTTO "OPERE PRINCIPALI SOTTOATTRAVERSAMENTO ISARCO" NON OGGETTO DI PROGETTAZIONE	10
-----	--	----

3 BESCHREIBUNG STETSLAUFBRUNNEN

3	DESCRIZIONE POZZO PER IL FLUSSO CONTINUO	12
---	--	----

3.1 EINLEITUNG

3.1	INTRODUZIONE	12
-----	--------------------	----

3.2 LAGE

3.2	UBICAZIONE	12
-----	------------------	----

3.3	EIGENSCHAFTEN	14
-----	---------------------	----

3.3	CARATTERISTICHE	14
-----	-----------------------	----

3.4	AUSFÜHRUNG	15
-----	------------------	----

3.4	ESECUZIONE	15
-----	------------------	----

3.5	VERTIEFUNG DER HYDROGEOLOGISCHEN STUDIE	15
-----	---	----

3.5	APPROFONDIMENTO DELLO STUDIO IDROGEOLOGICO	15
-----	--	----

3.5.1	Allgemeine hydrogeologische Einordnung	16
-------	--	----

3.5.1	Inquadramento idrogeologico generale	16
-------	--	----

3.5.2	Testfüllungen (SLUg-Test)	18
-------	---------------------------------	----

3.5.2	Prove di riempimento (SLUg-test)	18
-------	--	----

3.5.3	Langzeitige Pumpversuche	18
-------	--------------------------------	----

3.5.3	Prove di pompaggio di lunga durata	18
-------	--	----

3.5.4	Zusammenfassung der Prüfungsergebnisse	20
-------	--	----

3.5.4	Sintesi dei risultati delle prove	20
-------	---	----

3.5.5	HYDROGEOLOGISCHE BEMESSUNGEN	24
-------	------------------------------------	----

3.5.5	DIMENSIONAMENTO IDROGEOLOGICO DEL POZZO	24
3.5.6	BODENBESCHAFFENHEIT	25
3.5.6	STRUTTURA DEL TERRENO	25
3.5.7	DURCHLÄSSIGKEITSBEIWERT	25
3.5.7	COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ.....	25
3.5.8	GRUNDWASSERSTÄNDE	26
3.5.8	LIVELLI DELLA FALDA.....	26
3.6	AUSFÜHRUNG BRUNNEN	26
3.6	ESECUZIONE POZZI.....	26
3.7	ANSCHLUSSLEITUNG	27
3.7	CONDOTTA DI COLLEGAMENTO:	27
3.8	BRUNNENAUSRÜSTUNG.....	28
3.8	ATTREZZAGGIO POZZI	28
3.9	ERRICHTUNGSZEIT	28
3.9	TEMPI DI REALIZZAZIONE	28
4	STRUKTURELLE PRÜFUNG BASISQUADER DES BRUNNENS	
4	VERIFICA STRUTTURALE CONCIO DI BASE DEL POZZO.....	30
5	EIGENSCHAFTEN DER MATERIALIEN	
5	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	35
5.1	CALCESTRUZZO MURI E SOLETTA PREFABBRICATI	35
5.1	BETON MAUERN UND SOHLEN FERTIGTEILE	
5.2	ACCIAIO PER C.A.	35
6	GZT- UND GZG-PRÜFUNGEN	
6	VERIFICHE SLU E SLE.....	36

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 des Brenner Basistunnels gehört.

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
- Sub-Baulos "Hauptbauwerke Eisackunterquerung", das Gegenstand des

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 specificazioni 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;
- sublotto "Opere principali Sottoattraversamento

vorliegenden Ausführungsplans ist.

Isarco" oggetto del presente progetto esecutivo.

2 ALLGEMEINE EINORDNUNG

2 INQUADRAMENTO GENERALE

2.1 DAS BAULOS "EISACKUNTERQUERUNG"

2.1 IL LOTTO DI COSTRUZIONE "SOTTOATTRAVERSAMENTO ISARCO"

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

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

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.

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 BAUWERKE ZUM SUB-BAULOS "VORBEREITUNGS-MAßNAHMEN EISACKUNTERQUERUNG"

2.1.1 OPERE DEL SUBLOTTO "OPERE PROPEDEUTICHE SOTTOATTRAVERSAMENTO ISARCO"

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

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

- 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

- 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.

2.2 BAUWERKE DES SUB-BAULOS “HAUPTBAUWERKE 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)

3. Abschnitt

- Ost-Haupttunnel – Gleis 1 - (Abschnitt in bergmännischer Bauweise)
von km 54+700.77 bis km 54+968.00 im

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)

3° tratto

- Galleria principale est – binario dispari - (tratto in galleria naturale)
da pk 54+700.77 a pk 54+968.00 in galleria

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)

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. 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)

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. 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)

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)

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

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

- 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)

- 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)

Hinweis: Der Tunnelvortrieb endet im Fels. Die

Avvertenza: Lo scavo della galleria termina in roccia; le

Fachbereich: 04 - Hydraulik und Hydrologie
Thema: Stetslaufbrunnen
Dokumenteninhalt: Stetslaufbrunnen

Settore: 04 – Idraulica e Idrologia
Tema: Pozzo per il flusso continuo
Relazione: Pozzo per il flusso continuo

Portalbauwerke sind nicht Gegenstand dieses Loses.

opere di portali non sono oggetto del lotto.

Verbindungstunnel

- Verbindungstunnel Ost – Gleis 1
- “Abzweigabschnitt vom Haupttunnel zum Los-Ende”
- 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)

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

Verlagerung der historischen FS-Eisenbahntrasse

- 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).

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+069.97a 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 galleria naturale 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)

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

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).

Opere minori e accessorie

Sono comprese nel lotto di costruzione le seguenti opere minori:

- pozzi e uscite di emergenza (scavo e rivestimento definitivo)

Fachbereich: 04 - Hydraulik und Hydrologie
Thema: Stetslaufbrunnen
Dokumenteninhalt: Stetslaufbrunnen

Settore: 04 – Idraulica e Idrologia
Tema: Pozzo per il flusso continuo
Relazione: Pozzo per il flusso continuo

- 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 Erste-Hilfe-Bereich beim Verbindungsportal 2 bis km 0+275 ca.
- 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-Bauprojektes 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.

2.3 BAUWERKE DES SUB-BAULOSES "HAUPTBAUWERKE EISACKUNTERQUERUNG", DIE NICHT BESTANDTEIL DER PLANUNG SIND

2.3 OPERE DEL SUBLOTTO "OPERE PRINCIPALI SOTTOATTRAVERSAMENTO ISARCO" NON OGGETTO DI PROGETTAZIONE

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

Le seguenti opere ed impianti sono escluse dalla presente progettazione:

- **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.
- **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.

Fachbereich: 04 - Hydraulik und Hydrologie
Thema: Stetslaufbrunnen
Dokumenteninhalt: **Stetslaufbrunnen**

Settore: 04 – Idraulica e Idrologia
Tema: Pozzo per il flusso continuo
Relazione: Pozzo per il flusso continuo

- **Portalbauwerke des Verbindungstunnels Gleis 1** 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.
- **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.

3 BESCHREIBUNG STETSLAUFBRUNNEN

3.1 EINLEITUNG

Um den stetigen Wasserlauf für industrielle Zwecke in beiden Tunnelröhren des BBT zu gewährleisten, wird die Erschaffung eines Brunnens vorgesehen, der Grundwasser bezieht.

Der Produktbereich des Brunnens beträgt $2 \times 4 = 8$ l/s.

Das Brunnenprojekt besteht aus dem grafischen Elaborat Stetslaufbrunnen - Planimetrie und Sektionen.

Das endgültige Projekt sah den Bau des Brunnens durch ein selbstsenkendes Erzeugnis vor. Man gehe vom Boden des Erzeugnisses aus, welches auf einer Tiefe von 18 m von der Geländeoberkante positioniert ist, mit der Ausgrabung des Wasserbrunnens vor.

Der filtrierende Teil war auf einer Tiefe zwischen 18 und 49 m von der Geländeoberkante, für einen Entwässerungsabschnitt von insgesamt 22 m, vorgesehen.

Wegen der Anwesenheit von Blöcken mit großem Durchmesser in den Schwemmsedimenten des Eisacks, hätte sich der Vorsatz, mit einem selbstsenkenden Erzeugnis fortzufahren, als schwer durchzuführen erweisen können.

Betrachtet man außerdem die Anwesenheit der elliptischen Brunnen mit großem Durchmesser, von denen aus man die Ausgrabung der Eisackunterquerungstunnel durchführt, wird es für angemessen gehalten die Tiefe des Bodens der elliptischen Brunnen zu nutzen und im Inneren eines dieser Brunnen den Wasserbrunnen zu durchbohren.

3.2 LAGE

Der Brunnen wird sich stromaufwärts vom Tunnelwerk, im Inneren des Bereichs, der zur Erschaffung des elliptischen PO-BPN Brunnens bezeichnet wird, befinden.

Die Wahl dieser Position erfolgt zweckgemäß für die zukünftigen Verbindungen mit beiden Tunnel, da sie

3 DESCRIZIONE POZZO PER IL FLUSSO CONTINUO

3.1 INTRODUZIONE

Per garantire il flusso continuo di acqua per uso industriale in entrambe le canne della galleria del BBT, è prevista la realizzazione di un pozzo che attingerà dall'acquifero freatico.

La portata di progetto prevista per il pozzo è di $2 \times 4 = 8$ l/s.

Il progetto del pozzo è rappresentato nell'elaborato grafico Pozzo per il flusso continuo - Planimetria e sezioni.

Il progetto definitivo, prevedeva la realizzazione del pozzo mediante un manufatto autoaffondante. Dal fondo del manufatto, collocato a -18 m dal p.c., si procedeva con l'escavazione del pozzo per acqua.

Il tratto filtrante era previsto dai - 18 ai -40 m di profondità dal p.c., per complessivi 22 m di sezione drenante.

Vista la presenza di blocchi di grande diametro nei sedimenti alluvionali dell'Isarco, l'ipotesi di procedere con il manufatto autoaffondante, avrebbe potuto manifestarsi di difficile applicazione.

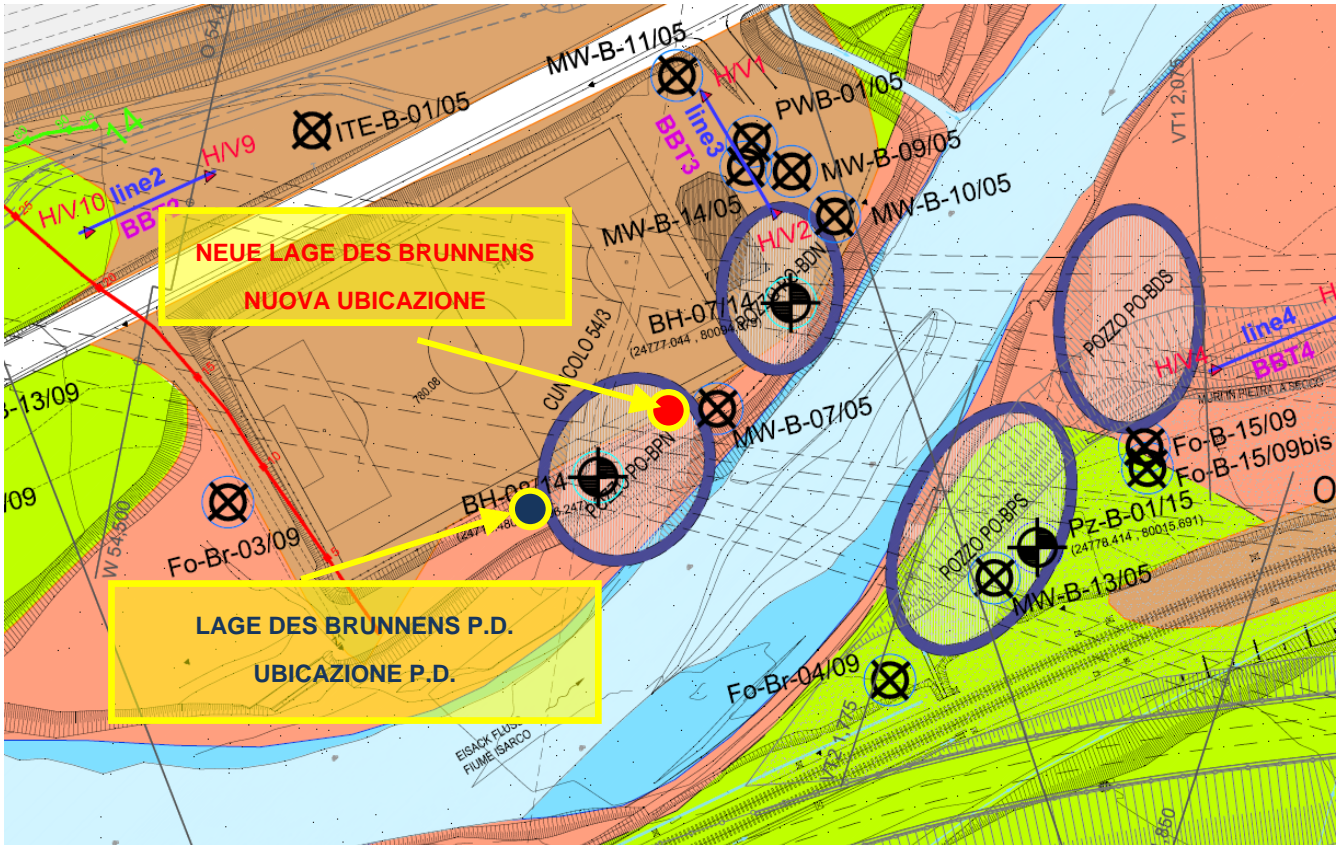
Considerata inoltre la presenza dei pozzi ellittici di grande diametro, dai quali si procederà con l'escavazione delle gallerie di attraversamento del Fiume Isarco, si ritiene opportuno sfruttare il raggiungimento della quota di fondo dei pozzi ellittici ed eseguire all'interno di uno di questi la perforazione del pozzo per acqua.

3.2 UBICAZIONE

Il pozzo sarà ubicato a monte dell'opera galleria, internamente all'area designata per la realizzazione del pozzo ellittico PO-BPN.

La scelta di questa ubicazione è funzionale ai futuri collegamenti con entrambe le gallerie, poiché si trova

sich im Bereich zwischen den beiden Gleise und dem Stollen 54/3 befindet. nell'area ricompresa tra i due binari e il cunicolo 54/3



Legende / Legenda:

Stratigraphie - Lithologie / Stratigrafia - Litologia

Südalpin - Altkristallin / Sudalpino - Basamento cristallino

■ Brixner Granit aufgeschlossen / Granito di Bressanone affiorante

■ Brixner Granit vermutet bzw. subanstehend / Granito di Bressanone presunto o subaffiorante

Fluvioglaziale Ablagerungen / Depositi fluvioglaciali

■ Grobkiese / Ghiaie grossolane

■ Glaziale und Fluvioglaziale Ablagerungen undifferenziert / Depositi glaciali e fluvioglaciali indifferenziati

Glaziale Ablagerungen / Depositi glaciali

■ Moränenmaterial undifferenziert / Materiale morenico indifferenziato

Alluviale Ablagerungen / Depositi alluvionali

■ Postglaziale fluviale Ablagerungen / Depositi fluviali postglaciali

■ Hangschuttkegel / Cono detritico

■ Hangschutt mit umgelagertem Moränenmaterial / Detrito di versante con materiale morenico rimaneggiato

■ Blockschutt / Detrito di blocchi

■ Murmaterial / Materiale di debris flow

Anthropogene Ablagerungen / Forme antropiche

— Verbauungen allg. / Interventi di sistemazione in gen.

■ Planie allg. / Spiano in gen.

■ Halde allg. / Deposito in gen.

BH-07/14 Indagini integrative 2015:

◆ Sondaggio a carotaggio

◆ Sondaggio a carotaggio con piezometro

◆ Sondaggio a distruzione con inclinometro

— Sismica a rifrazione

▲ Stendimento strutturale

3.3 EIGENSCHAFTEN

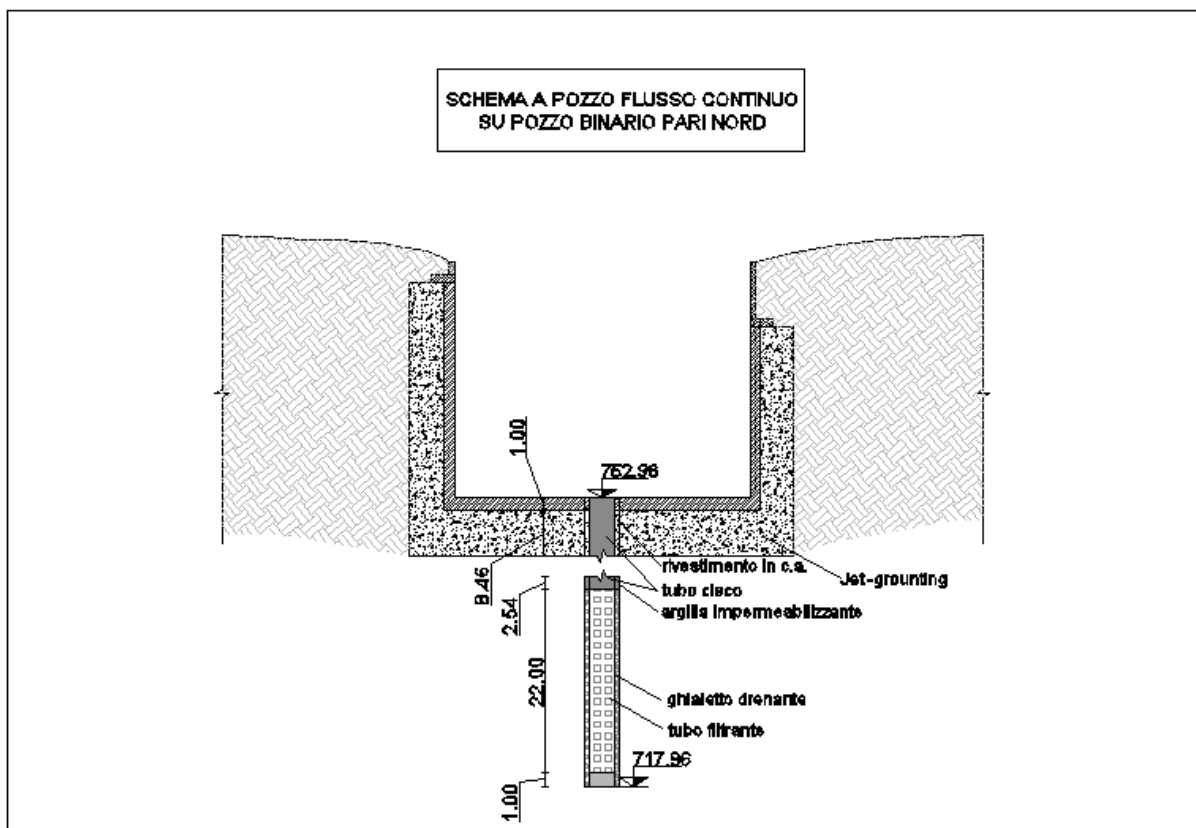
Die neue Durchführungshypothese des Stetslaufbrunnens wird folgendes vorsehen:

- Von 752.96m bis 743.50 m - Blindrohr für den Durchgang des Bodendeckels des PO-BPN Brunnens, das notwendig für die Abdichtung des elliptischen Brunnens ist, verwirklicht im Düsenstrahlverfahren,
- Von 743.50m bis 740.96 m - Blindrohr und Beschichtung der Durchbohrung aus abdichtendem Lehm,

3.3 CARATTERISTICHE

La nuova ipotesi realizzativa del pozzo per il flusso continuo comporterà:

- Da 752.96 m a 743.50 m – tubo cieco, per l'attraversamento del tappo di fondo del pozzo PO-BPN, necessario a garantire l'impermeabilizzazione del pozzo ellittico, e realizzato mediante jet-grouting,
- Da 743.50 m a 740.96 m – tubo cieco e strato di rivestimento della perforazione in argilla impermeabilizzante,



- Von 740.96 m bis 718.96 m - Filtrierender, senkrechter Abschnitt, mit Beschichtung aus dränierendem Kleinkies.
- Von 718.96 m bis 717.96 m – Bodenverschluss.
- Da 740.96 m a 718.96 m – tratto filtrante verticale, con strato di rivestimento in ghiaietto drenante.
- Da 718.96 m a 717.96 m – Tappo di fondo.

Der Aquifer, der Gegenstand der Staumenge ist, befindet sich auf +717,96 und +695,96 Höhe.

L'acquifero oggetto della captazione si colloca tra le quote +717,96 e +695,96.

Das Ausbaurohr des Brunnens DN300 wird als senkrecht Roh ausgeführt. Nach Vollendung der

Il tubo di rivestimento del pozzo DN300 sarà eseguito come tubo verticale. All'interno del tubo, una volta

Fachbereich: 04 - Hydraulik und Hydrologie
Thema: Stetslaufbrunnen
Dokumenteninhalt: **Stetslaufbrunnen**

Settore: 04 – Idraulica e Idrologia
Tema: Pozzo per il flusso continuo
Relazione: Pozzo per il flusso continuo

Senkung des Grundwasserspiegels wird das Grundwasser im Rohr aufsteigen. Von dieser Rohrleitung zweigt das Druckrohr ab, das an das Einlaufbauwerk angeschlossen ist.

completato l'abbassamento della superficie freatica, affiorerà l'acqua di falda. Da tale tubazione si dirama il tubo in pressione collegato all'opera di presa.

Außerhalb des senkrechten Rohres bleibt der Brunnen trocken und zugänglich.

Esternamente al tubo verticale, il pozzo resta asciutto ed accessibile.

Dieses Entnahmerohr wird unter dem Grundwasserspiegel als Druckrohr verlegt und verbindet den Brunnen mit dem Tunnel.

Questo tubo di prelievo sarà posato come tubo in pressione al di sotto del livello della falda e collega il pozzo con la galleria.

3.4 AUSFÜHRUNG

3.4 ESECUZIONE

Damit eine Beförderung des Grundwassers ohne Pumpen, mithilfe der Schwerkraft im Tunnel möglich ist, wird der Brunnen jedenfalls wie folgt realisiert werden:

Per permettere di convogliare l'acqua di falda per gravità, senza pompe, in galleria, il pozzo sarà comunque realizzato come segue:

- Brunnen aus Stahlbeton Wasserdicht im oberen Bereich und bis auf eine Tiefe von 12 m vom Brunnenboden PO-BPN aus,
- pozzo in c.a. impermeabile all'acqua nella parte superiore e fino a 12 m di profondità dal fondo del pozzo PO-BPN,
- Filtrierender, senkrechter Brunnen auf einer Tiefe von 12 bis 34 m vom Brunnenboden PO-BPN aus -
- Pozzo filtrante verticale da 12 a 34 m di profondità dal fondo del pozzo PO-BPN -

Das Brunnenausbaurohr DN300 ist im Schacht als Standrohr ausgeführt, in welchem das Grundwasser nach Beendigung der Grundwasserabsenkung ansteht und von dem die Entnahmeleitung als Druckrohr abzweigt.

Il tubo di rivestimento del pozzo DN300 è da eseguire come tubo verticale, nel quale, completato l'abbassamento della falda, affiora l'acqua di falda, e dal quale si dirama il tubo in pressione di presa.

Brunnenausbaurohr: DN 300 mm (entspricht Mindestabmessung für Brunnen; die maximale vertikale Fließgeschwindigkeit beträgt somit 0,11 m/s bei 8 l/s)

Tubo di rivestimento pozzo: DN 300 mm (equivalente alla misura minima per pozzi; la velocità di scorrimento verticale massima è, pertanto, 0,11 m/s, con 8 l/s)

Entnahmeleitung: DN 100 mm; die Fließgeschwindigkeit beträgt somit 1,0 m/s bei 8 l/s und die Reibungsverluste sind sehr gering.

Tubazione di presa: DN 100 mm; la velocità di scorrimento è, pertanto, 1,0 m/s, con 8 l/s, e le perdite per attrito sono molto basse.

3.5 VERTIEFUNG DER HYDROGEOLOGISCHE STUDIE

3.5 APPROFONDIMENTO DELLO STUDIO IDROGEOLOGICO

Die vertiefenden Studien für die Umsetzungsphase haben die Durchführung weiterer geognostischer Untersuchungen und Versuche zur hydrogeologischen Kennzeichnung der Studienbereiche vorgesehen.

Gli studi di approfondimento per la fase esecutiva hanno previsto la realizzazione di indagini geognostiche integrative, e di prove per la caratterizzazione idrogeologica delle aree di studio.

Insbesondere werden im Folgenden die Daten der Versuche vorgeführt, die im Piezometer MW-B-07 durchgeführt werden, der sich in der Nähe des Bereiches, in dem der Stetslaufbrunnen gebaut wird,

In particolare si riportano di seguito i dati delle prove effettuate nel piezometro MW-B-07, ubicato nei pressi dell'aera in cui sarà realizzato il pozzo a flusso continuo.

befindet.

3.5.1 Allgemeine hydrogeologische Einordnung

Das Eisacktal weist eine sehr abwechslungsreiche Ablagerungsdicke vor, die aber immer sehr stark ausfällt. Die U-Form des Tals entstand durch die Einwirkung der Gletscher. Die Talabfüllungen bestehen zum Großteil aus den folgenden Materialien:

- Flussablagerungen aus Gletscherschmelzwasser aus dem Pleistozän und jüngste Oberflächengewässer;
- Schutt der aus Steinschlag von den felsigen Talflanken und aus der Zersetzung des Granits ausgeht;
- Schuttkegel der durch Murgang und durch die Muren der seitlichen Sturzbäche entsteht;
- Till, welcher sich während der Eiszeit in der Nähe des Gletschers gebildet hat.

Eine stratigraphisch-genetische Unterteilung der aufgelösten Ablagerungen nach Kernproben ist allgemein sehr schwierig und nur dort möglich, wo die Prävalenz eines Ablagerungsmaterials vorwiegt und deutlich unterscheidbar ist. Tatsächlich greifen die Sedimente, sowohl horizontal als auch vertikal, dicht ineinander. Entscheidend für die Interpretation der Erdbohrungen ist die Position in Bezug auf die jüngsten Wasserläufe, an den Talflanken und an den relikten und/oder jüngsten Schuttkegeln.

Die Fluten des Eisacks weisen ein recht gemischtes granulometrisches Spektrum mit einer gut oder wenig zusammengestellten Kurve von Schlick bis Sand, Schotter und Kies, bis hin zu den Blöcken. Die Schichtung besteht aus Sandbänken und Kies. Bereiche ruhigen Wassers und eines Paläoflusses, die durch eine feine Körnung bestimmt werden, Abschnitte mit einem sehr energetischen Abfluss und Ablagerungen hohen Wassers, geringe Durchmesser der Körnung auf dem gesamt existierenden Spektrum (z.B. kein Block der in einer Schlickmatrix hinterlegt wird).

Der Schutt hat ein Spektrum von Partikelgröße, welches nahezu keine feine Körnung, wenig Sand, hauptsächlich

3.5.1 Inquadramento idrogeologico generale

La valle dell'Isarco presenta uno spessore dei depositi molto vario, tuttavia sempre molto potente. La forma a U della valle è stata scavata dai ghiacciaio. I riempimenti vallivi sono costituiti in prevalenza dai seguenti materiali:

- Depositi fluviali di acque di scioglimento del ghiacciaio del Pleistocene e delle acque superficiali recenti;
- Detrito di falda, prodotto da processi di caduta massi dai fianchi vallivi rocciosi e dalle disgregazione del granito;
- Conoidi di deiezione, prodotti da debris flow e da colate detritiche dei torrenti laterali;
- Till, formati nei pressi del ghiacciaio durante l'era glaciale.

Una suddivisione stratigrafico-genetica dei depositi sciolti in base alle carote è in generale molto difficile, possibile solo dove la prevalenza di un materiale di deposito è predominante e chiaramente distinguibile. I sedimenti si trovano di fatto interdigitati fittamente sia in orizzontale che in verticale. Determinante per l'interpretazione dei sondaggi è la posizione in riferimento ai corsi d'acqua recenti, ai fianchi vallivi e ai conoidi di deiezioni relitti e/o recenti.

Le alluvioni del fiume Isarco presentano uno spettro di granulometria piuttosto misto con una curva ben o poco assortita da limo, a sabbia, ghiaia e ciottoli, fino a blocchi. La stratificazione è composta da banchi di sabbia e ghiaia. zone di acque quieti e di paleo alveo, dominate da grana fine, tratti con deflusso molto energetico e depositi di acqua alta, scarso mescolamento della grana su l'intero spettro esistente (per es. nessun blocco collocato in matrice limosa).

Il detrito di falda ha uno spettro di granulometria quasi senza grana fine, poca sabbia, presenza prevalente di

Fachbereich: 04 - Hydraulik und Hydrologie
Thema: Stetslaufbrunnen
Dokumenteninhalt: Stetslaufbrunnen

Settore: 04 – Idraulica e Idrologia
Tema: Pozzo per il flusso continuo
Relazione: Pozzo per il flusso continuo

Kies, Schotter und Blöcke vorweist. Das überwiegende Material ist der lokale Brixner Granit aus den Talflanken. Das Material ist recht kantig und die größeren Blöcke haben eine geringe Rissbildung (Auswirkungen ohne Zerstörung). Die Schichtung ist minimal oder nicht vorhanden.

ghiaia, ciottoli e blocchi. Il materiale prevalente è il granito di Bressanone locale proveniente dai fianchi vallivi. Il materiale è piuttosto spigoloso e i blocchi più grandi hanno scarsa fessurazione (impatto senza distruzione). La stratificazione è minima o assente.

Die Schwemmfächer haben ein gemischtes und nicht sehr zusammengestelltes Spektrum der Granulometrie ähnlich den Flussüberschwemmungen durch Schlick bis Sand, Schotter und Kies, bis hin zu den Blöcken. Als Komponenten überwiegen lokale Gesteine (Brixener Granit), der Bruch ist recht grob und kantig. Die Schichtung ist offensichtlich und hängt von der Aufeinanderfolge der einzelnen Ereignisse distaler (feineres Korn) und proximaler (gröberes Korn) Zonen ab. Die Mischung des Kornes kann beobachtet werden (im Gegensatz zu dem Hochwasser) und die Blöcke können sich in einer Schlickmatrix befinden.

Le conoidi di deiezione hanno uno spettro di granulometria misto e poco assortito simile alle alluvioni del fiume, da limo, a sabbia, ghiaia e ciottoli, fino a blocchi. Come componenti prevalgono le rocce locali (granito di Bressanone), la frazione è piuttosto grossolana e spigolosa. La stratificazione è evidente e dipende dalla successione di singoli eventi di zone distali (grana più fine) e prossimali (grana più grossolana). Il rimescolamento della grana è osservabile (al contrario delle alluvioni) e blocchi possono trovarsi all'interno di una matrice limosa.

Der Till weist ein gemischtes granulometrisches Spektrum auf, ähnlich dem Hochwasser, von Schlick bis Sand, Schotter und Kies, bis hin zu Blöcken mit einer deutlichen Mischung der Körnung. Die Schichtung ist nicht sichtbar und der Kiesel weist häufig Streifen auf.

Il till ha uno spettro di granulometria misto analogo alle alluvioni, da limo, a sabbia, ghiaia e ciottoli, fino a blocchi, con rimescolamento della grana evidente. La stratificazione non è visibile e i ciottoli frequentemente presentano striature.

Der Talboden des Eisacks zeichnet sich im Untersuchungsbereich durch eine Vielfalt von Füllungen aus. Grobe Ablagerungen können sich in unmittelbarer Nähe von feinkörnigen Ablagerungen ruhiger Wasser befinden und kantiges Material aus Einbrüchen kann in der Nähe abgerundeten, fluviatilen Kieses abgelagert werden. Diese Wechsel sind in einem Abstand von wenigen Metern zu beobachten und ihre Variabilität steigt in der Regel mit der Tiefe, da die Einbruchprozesse und die Murgänge nach dem Rückzug des Gletschers mit größerer Häufigkeit aufgetreten sind. Die Ablagerungen überlagern einander, da sie sich oft gleichzeitig gebildet haben. Die Struktur der Talsohle weist daher viele stratigraphische, sowohl horizontale als auch vertikale Wechsel auf.

Il fondovalle dell'Isarco nell'area di indagine è caratterizzata da una diversità di riempimenti. Depositi grossolani possono trovarsi nelle immediate vicinanze di sedimenti di acque quieti a grana fine e materiale spigoloso di crolli può essere depositato vicino a ghiaie fluviali arrotondate. Queste alternanze si osservano a distanza di pochi metri e la loro variabilità aumenta in genere con la profondità, dato che i processi di crollo e debris flow sono occorsi con maggior frequenza dopo il ritiro del ghiacciaio. I depositi di sovrapposono tra loro giacché si sono formati spesso contemporaneamente. La struttura del fondovalle presenta quindi numerose alternanze stratigrafiche, sia in senso orizzontale che verticale.

Die Informationen über die Tiefe des Grundgesteins, die man durch das Kreuzen der geophysischen Abschnitte an den Talflanken erhalten hat und die (wenigen) Erdbohrungen, die das Substrat in der Talmitte erreicht haben, haben es ermöglicht eine ungefähre Höchsttiefe der Ablagerungen von über 100 m im Bereich der Unterquerung (Sportplatz) und von ungefähr 40 m im Bereich der neuen Eisackbrücke zu definieren.

Le informazioni sulla profondità della roccia di base, ricavate incrociando dalle sezioni geofisiche sui fianchi vallivi e i (pochi) sondaggi che hanno raggiunto il substrato al centro valle, hanno permesso di definire una profondità massima approssimativa dei depositi di oltre 100 m nella zona del sottoattraversamento (campo sportivo) e di circa 40 m nella zona del nuovo ponte Isarco.

3.5.2 Testfüllungen (SLUG-Test)

Testfüllungen mit konstanter Infiltrationsweite wurden in einigen Piezometer der MW-B (2005) Serie durchgeführt, welche sich vor allem im Tal des Eisacks befinden. Nach der Füllungsphase wurde das anschließende Absenken des Wasserspiegels kontinuierlich durch einen Datenlogger gemessen. Die Kurven der Senkung wurden verwendet, um die lokale Durchlässigkeit nach der Theorie Bouwer & Rice (Eisackunterquerung, geologische, hydrogeologische und geotechnische Studie, SET im Auftrag BBT, 2006) zu berechnen. Die Ergebnisse werden in der folgenden Tabelle 8 zusammengefasst. Tabella 8

3.5.2 Prove di riempimento (SLUG-test)

Prove di riempimento con portata di infiltrazione costante sono state eseguite in alcuni piezometri della serie MW-B (2005) ubicati prevalentemente nel fondovalle dell'Isarco. Terminata la fase di riempimento è stato misurato il successivo abbassamento del livello d'acqua con continuità tramite data-logger. Le curve di abbassamento sono state utilizzate per calcolare la permeabilità locale secondo la teoria di Bouwer & Rice (Sottoattraversamento Isarco, Studio geologico, idrogeologico e geotecnico, SET su incarico BBT, 2006). I risultati sono sintetizzati nella seguente Tabella 8.

Pegel Piezometro	Filterstrecke/Tratto filtrante		Transmissivität Trasmissività m ² /s	Aquifermächtigkeit Spessore acquifero m	Permeabilität Permeabilità m/s
	von/da m*	bis/a m*			
MW-B-07	7	43	7.01x10⁻³	80	8.76x10⁻⁵
MW-B-10	3	21	2.96x10 ⁻³	80	3.70x10 ⁻⁵
MW-B-11	3	45	2.99x10 ⁻³	70	4.27x10 ⁻⁵
MW-B-14	2	20	3.83x10 ⁻³	80	4.79x10 ⁻⁵

* m von GOK/m da p.c.

Tabelle 8: Füllungsversuche (Slug-Test) in Piezometer Serie MW-B (2005)

Tabella 8: Prove di riempimento (slug-test) nei piezometri serie MW-B (2005)

Aus den Ergebnissen der Füllungsversuche wird eine sehr geringe Übertragbarkeit beobachtet, welche durchschnittlich eine Größenordnung niedriger als die kurzzeitigen Pumpversuche sind, die in benachbarten Piezometer durchgeführt werden. Dieses Ergebnis wurde als eine Wirkung des reduzierten Aktionsradius des Slug-Tests interpretiert, der nur den Raum erreicht der das Piezometer unmittelbar umgibt und wahrscheinlich wegen der Anwesenheit von Wasch- und Verdichtungsrückständen weniger durchlässig ist. Aus diesem Grund müssen die erhaltenen Werte kritisch betrachtet werden.

Dai risultati delle prove di riempimento si osserva una trasmissività molto bassa, mediamente un ordine di grandezza inferiore rispetto alle prove di pompaggio di breve durata eseguite nei piezometri adiacenti. Questo risultato è stato interpretato come un effetto del ridotto raggio di azione dello slug-test, che raggiunge solo lo spazio immediatamente circostante il piezometro, probabilmente meno permeabile per la presenza di residui di lavaggio o della costipazione. Per tale motivo i valori ottenuti vanno considerati criticamente.

3.5.3 Langzeitige Pumpversuche

Die Langzeit-Pumpversuche mit einer konstanten Fließgeschwindigkeit von 100 l/s wurden im PW-B-01 Brunnen durchgeführt. Die Absenkungskurve und die neue Anhebung am Ende des Tests wurden kontinuierlich im Piezometer der MW-Serie-B (2005), welche sich im Bereich der Unterquerung befinden, mittels Datalogger aufgezeichnet.

3.5.3 Prove di pompaggio di lunga durata

Le prove di pompaggio di lunga durata a portata costante 100 l/s sono state condotte nel pozzo PW-B-01. La curva di abbassamento e il nuovo innalzamento a fine prova è stata registrata con continuità tramite data-logger nei piezometri della serie MW-B (2005) ubicati nella zona del sottoattraversamento.

Im Entwässerungsbrunnen blieb die Absenkung mit etwa 4,5 m nahezu konstant. Die maximale Absenkung von etwa 3,7 m wurde in den nächstliegenden Piezometer (etwa 10 m) beobachtet. Absenkungen in der Größenordnung eines Meters stromabwärts und stromaufwärts weniger Zentimeter wurden in Piezometer beobachtet, die in erheblichem Abstand (bis zu 400 m) positioniert wurden, beobachtet. Die Reaktion um den Brunnen herum war daher nicht symmetrisch. Der Absenkungstrichter hat das Gestein an den Talflanken erreicht, wodurch ein teilweises Entleeren des Behälters, der durch den Rand begrenzt ist, bestimmt wurde.

Nel pozzo di emungimento l'abbassamento è rimasto pressoché costante e pari a circa 4.5 m. L'abbassamento massimo di circa 3.7 m è stato osservato nei piezometri più prossimi (circa 10 m). Abbassamenti nell'ordine del metro verso valle e di qualche centimetro verso monte si sono osservati in piezometri posti a notevole distanza (fino a 400 m). La risposta intorno al pozzo non è stata dunque simmetrica. Il cono di depressione ha raggiunto la roccia sui fianchi della valle, determinando dunque uno svuotamento parziale del contenitore delimitato dai margini.

Die Absenkungskurven in den Referenzpiezometer zeigen eine leicht verzögerte Entleerung des Aquifers. Die Ergebnisse wurden also nach der Neumann-Methode verarbeitet, die eine Schätzung der Beziehung zwischen horizontaler K_h und vertikaler Permeabilität K_v und des Speicherkoeffizienten (Spezifische Ausbeute) S_y (Eisackunterführung, geologische, hydrogeologische und geotechnische Studie, SET im Auftrag BBT, 2006) ermöglichen.

Le curve di abbassamento nei piezometri di riferimento mostrano uno svuotamento leggermente ritardato dell'acquifero. I risultati sono stati perciò elaborati con il metodo di Neumann che permette una stima del rapporto tra permeabilità orizzontale K_h e verticale K_v , nonché del coefficiente di immagazzinamento (Specific yield) S_y (Sottoattraversamento Isarco, Studio geologico, idrogeologico e geotecnico, SET su incarico BBT, 2006).

Pegel Piezometro	Filterstrecke/Tratto filtrante		Transmissivität Trasmissività m ² /s	K_h m/s	K_v m/s	S_y -
	von/da m*	bis/a m*				
MW-B-07	7	43	2.34x10⁻²	2.93x10⁻⁴	1.03x10⁻⁴	3.30x10⁻²
MW-B-08	3	51	1.77x10 ⁻²	2.95x10 ⁻⁴	1.06x10 ⁻⁴	5.80x10 ⁻²
MW-B-09	3	81	2.05x10 ⁻²	2.56x10 ⁻⁴	2.05x10 ⁻⁴	7.00x10 ⁻²
MW-B-10	3	21	1.92x10 ⁻²	2.40x10 ⁻⁴	9.60x10 ⁻⁵	7.80x10 ⁻²
MW-B-11	3	45	2.16x10 ⁻²	3.09x10 ⁻⁴	1.29x10 ⁻⁴	5.07x10 ⁻²
MW-B-13	3	45	2.14x10 ⁻²	2.67x10 ⁻⁴	2.00x10 ⁻⁴	2.10x10 ⁻²
MW-B-14	2	20	2.27x10 ⁻²	2.84x10 ⁻⁴	2.84x10 ⁻⁴	7.01x10 ⁻²

* m von GOK/m da p.c.

Tabelle 9: Langzeit-Pumptest im Brunnen PW-B-01 (2005) und Kontrolle in den Piezometern Serie MW-B (2005)

Tabella 9: Prova di pompaggio di lunga durata nel pozzo PW-B-01 (2005) e controllo nei piezometri serie MW-B (2005)

Aus den Ergebnissen des Pumptests wird eine wesentliche Einheitlichkeit der durchschnittlichen Durchlässigkeit in den Fluten des Flusses beobachtet. Die horizontale Durchlässigkeit ist nur geringfügig größer als die vertikale Durchlässigkeit und ändert sich in einem engen Bereich von 2.40x10⁻⁴ bis 3.09x10⁻⁴ m/s. Diese Werte sind vergleichbar mit den Ergebnissen der kurzzeitigen Pumpversuche in den einzelnen

Dai risultati della prova di pompaggio si osserva una sostanziale uniformità della permeabilità media nelle alluvioni del fiume. La permeabilità orizzontale è solo leggermente superiore a quella verticale e varia in uno stretto range tra 2.40x10⁻⁴ a 3.09x10⁻⁴ m/s. Tali valori sono confrontabili con i risultati delle prove di pompaggio di breve durata nei singoli piezometri.

Piezometern.

Der Speicherkoeffizient S_y weist recht ähnliche Werte, welche durchschnittlich zwischen 0.02 und 0.08 liegen. In einem freien Grundwasser ist dieser Koeffizient in der Regel mit der wirksamen Porosität (n_e) vergleichbar. Dennoch stellt dieser Koeffizient, insbesondere bei Böden mit einer gemischten Granulometrie, einen gewissen Bruchteil der effektiven Porosität dar, da dieser im Wesentlichen eine eindimensionale Variable ist (vertikale Gravitationsentwässerung).

Il coefficiente di immagazzinamento S_y presenta valori piuttosto simili e in media compresi tra 0.02 e 0.08. In una falda libera tale coefficiente è generalmente confrontabile con la porosità efficace (n_e). Tuttavia, ed in particolare per suoli con una granulometria mista, esso rappresenta una certa frazione della porosità efficace, essendo in sostanza una variabile monodimensionale (drenaggio gravitativo verticale).

Für die kombinierten Langzeitpumpversuche auf 4 Brunnen der Serie Fo-Br (2009) und im Brunnen PW-B-01, welche 2009 und 2010 durchgeführt wurden, stehen keine numerischen Ergebnisse und deren jeweiligen Interpretationen zur Verfügung.

Per le prove di pompaggio di lunga durata combinate sui 4 pozzi della serie Fo-Br (2009) e nel pozzo PW-B-01, condotte nel 2009 e 2010, non sono disponibili i risultati numerici e le relative interpretazioni.

Die gesammelten Informationen heben ein Verhalten hervor, welches im Allgemeinen dem der Prüfung 2005 entspricht, obgleich, mit größeren Absenkungen und Wirkungen, die sich auch auf westliche Bereiche auswirken, welche vorher nicht betroffen waren, aufgrund eines Gesamtstroms von 440 m³/s. Im Bereich der Unterführung (Sportfeld), in der Mitte des, von den Brunnen Fo-Br-03, Fo-Br-04 und PW-B01 gebildeten Dreiecks, betrug die maximale Senkung etwa 10 m (Senkung des Grundwassers, Bericht über die numerische Modellierung, ARCADIS im Auftrag BBT, 2013).

Le informazioni raccolte evidenziano un comportamento generalmente analogo a quello della prova del 2005, benché, in virtù di una portata complessiva di 440 m³/s, con abbassamenti maggiori ed effetti estesi anche a settori occidentali precedentemente non interessati. Nella zona del sottoattraversamento (campo sportivo), nella parte centrale del triangolo formato dai pozzi Fo-Br-03, Fo-Br-04 e PW-B-01, l'abbassamento massimo è stato di circa 10 m (Abbassamento della falda, Relazione sulla modellazione numerica, ARCADIS su incarico BBT, 2013).

3.5.4 Zusammenfassung der Prüfungsergebnisse

3.5.4 Sintesi dei risultati delle prove

Die im Laufe der vorherigen Untersuchungen (2005 und 2009) gesammelten Informationen und die jüngsten Prüfungen mit chemischem Indikator (2015) zusammenfassend, kann man folgende Schlüsse ziehen:

Riassumendo le informazioni raccolte nel corso delle precedenti campagne di indagine (2005 e 2009) e delle recenti prove con tracciante (2015) si possono trarre le seguenti conclusioni:

- Der Talboden des Eisacks zeichnet sich im Untersuchungsbereich durch eine genetische und lithologische Vielfalt von Füllungen aus. Eine stratigraphisch-genetische Unterteilung der losen Ablagerungen ist in der Regel sehr schwierig, tatsächlich greifen die Sedimente sowohl horizontal als auch vertikal dicht ineinander. Grobe Ablagerungen stellen die vorwiegende Matrix dar und können sich in unmittelbarer Nähe von feinkörnigen Ablagerungen ruhiger Wasser, von kantigem Material aus Einbrüchen, Kegelschutt und
- il fondovalle dell'Isarco nell'area di indagine è caratterizzato da una diversità genetica e litologica di riempimenti. Una suddivisione stratigrafico-genetica dei depositi sciolti è in generale molto difficile, i sedimenti si trovano di fatto interdigitati fittamente sia in orizzontale che in verticale. I depositi a granulometria grossolana rappresentano la matrice prevalente e possono trovarsi nelle immediate vicinanze di sedimenti di acque quiete a grana fine, materiale spigoloso di crollo, detriti di conoide e ghiaie fluviali arrotondate. Queste

abgerundetem fluviatilem Kies befinden. Diese Wechsel können in einem Abstand von wenigen Metern beobachtet werden und ihre Variabilität ist auch in der Tiefe feststellbar;

- Die Informationen über die Tiefe des Grundgesteins, die man durch das Kreuzen der geophysischen Abschnitte an den Talflanken erhalten hat und die (wenigen) Erdbohrungen, die das Substrat in der Talmitte erreicht haben, haben es ermöglicht eine ungefähre Höchsttiefe der Ablagerungen von über 100 m im Bereich der Unterquerung und von ungefähr 40 m im Bereich des Prüfungsbereichs zu definieren.
- In den alluvialen Ablagerungen des Talbodens und in den seitlichen Schüttkegeln befindet sich unterirdisch Grundwasser mit freier Oberfläche. Die Tiefe des Grundwassers wechselt zwischen 4 und 10 m unter der Geländeoberkante. Der leistungsstarke Aquifer ruft eine Strom ins Leben, der den Fluss Eisack begleitet und hauptsächlich in dieselbe Richtung des Flusses fließt und dennoch unabhängig von diesem bleibt;
- die Neigung der freien Grundwasseroberfläche ist, flussabwärts verlaufend, mit den Höhen der Schwemmkegel des Weißenbachs und des Flaggerbachs konstant und steigt deutlich im Abschnitt zwischen den Schüttkegeln und dem Bereich, der sich direkt flussaufwärts vom Sportplatz befindet, um dann, auf der Höhe und flussabwärts zur Unterquerung, wieder flach auszufallen. Dieses Verhalten ist teils in Bezug auf die Konformation des Tales, das stromabwärts der Schüttkegel jäh verengt, und teils durch die Anwesenheit einer Ablagerung mit feinerer (weniger durchlässigen) Körnung am Fuße der Schwemmfächer zu erklären;
- Das Grundwasser ist zumindest abschnittsweise im hydraulischen Kontakt mit Ebene des Eisacks. Der Vergleich zwischen den Flusshöhen und den Wasserständen in den Piezometern des Talbodens zeigt, dass der Eisack in Kontakt mit dem Grundwasser bergaufwärts und bergabwärts der Unterquerung (einschließlich dem Gebiet der Versuchsfelder) ist, während der Stand des Eisacks 3 m über (schwebend) dem Grundwasserstand liegt.
- alternanze si osservano a distanza di pochi metri e la loro variabilità è riscontrabile anche in profondità;
- le informazioni sulla profondità della roccia di base, ricavate incrociando dalle sezioni geofisiche sui fianchi vallivi e i (pochi) sondaggi che hanno raggiunto il substrato al centro valle, hanno permesso di definire una profondità massima approssimativa dei depositi di oltre 100 m nella zona del sottoattraversamento e di circa 40 m nella zona del campo prove;
- nei depositi alluvionali del fondovalle e nei conoidi laterali è presente una falda idrica sotterranea a superficie libera. La soggiacenza della falda varia da circa 4 a 10 m sotto il piano di campagna. Il potente acquifero costituisce un flusso che accompagna il fiume Isarco e che come direzione principale corre nella stessa direzione del fiume pur rimanendo indipendente da esso;
- la pendenza del pelo libero della falda è, procedendo da monte verso valle, costante all'altezza delle conoidi del Rio Bianco e Rio Vallaga, aumenta sensibilmente nel tratto compreso tra le conoidi e la zona immediatamente a monte campo sportivo e si appiattisce nuovamente in corrispondenza e a valle del sottoattraversamento. Questo comportamento è in parte spiegabile in relazione alla conformazione della valle, la quale si restringe bruscamente a valle delle conoidi, e in parte alla presenza di un deposito a grana più fine (meno permeabile) ai piedi delle conoidi di deiezione;
- la falda idrica è almeno a tratti in contatto idraulico con il livello dell'Isarco. Il confronto tra le quote del fiume e i livelli d'acqua nei piezometri del fondovalle mostra che l'Isarco è in contatto con la falda nella zona a monte e a valle del sottoattraversamento (inclusa la zona del campo prove), mentre nella zona del sottoattraversamento, il livello dell'Isarco è superiore (pensile) di circa 3 m rispetto al livello della falda;

- In den Bereichen, in denen ein hydraulischer Kontakt vorhanden ist, ist es je nach dem Wasserstand des Flusses möglich, dass die Gewässer des Eisacks in das Grundwasser sickern und umgekehrt, dass die Gewässer des Grundwassers in den Eisack einlaufen, was jeweils vom hydraulischen Gradienten, der sich auf die beiden Gewässer bezieht, abhängt. In diesen Abschnitten kann, unter dem Flussbett, das Vorhandensein einer Übergangszone vermutet werden, in der das Wasser des Flusses mit dem Grundwasser interagiert und somit dessen Oberflächendynamik beeinflusst;
- In den Bereichen, in denen kein hydraulischer Kontakt erfolgt und wo das Grundwasser einige Meter unter dem Niveau des Flusses verläuft, ist eine konstante Filtration des Eisack in das Grundwasser möglich, zunächst durch die teilweise gesättigte Zone unter dem Flussbett und dann in den Aquifer. In diesem Abschnitt befindet sich unter dem Flussbett ein Übergangsbereich, in dem das Filtrationswasser eine komplexe Dynamik vorweist, mit einer vertikalen Flusskomponente mit einheitlichem Gradienten, nachfüllend in Richtung des Grundwassers und horizontal, in einem nicht leicht zu quantifizierbaren Maß;
- In Bezug auf die Ergebnisse der Proben mit chemischen Indikator, werden im Folgenden die durchschnittlichen Hauptparameter wiedergebracht: Durchlässigkeit K , Gradient i , scheinbare Geschwindigkeit q , effektive Porosität n_e , effektive Geschwindigkeit v_e (Tabelle 12);
- nelle aree dove è presente un contatto idraulico, a seconda dei livelli d'acqua del fiume, è possibile che le acque dell'Isarco filtrino nella falda e, viceversa, che le acque della falda di immettano nell'Isarco a seconda del gradiente idraulico relativo tra i due corpi d'acqua. In questi tratti al di sotto dell'alveo del fiume è presumibile la presenza di una zona di transizione dove le acque del fiume interagiscono con la falda influenzandone la dinamica superficiale;
- nelle aree dove non è presente un contatto idraulico e dove il livello della falda si presenta alcuni metri sotto il livello del fiume, è possibile una costante filtrazione dell'Isarco nella falda, inizialmente attraverso la zona parzialmente satura al di sotto dell'alveo e quindi nell'acquifero. In tale tratto al di sotto dell'alveo del fiume è presente una zona di transizione all'interno della quale le acque di filtrazione presentano dinamiche complesse, con una componente di flusso verticale a gradiente unitario, di ricarica verso la falda, e orizzontale in misura non chiaramente quantificabile;
- in merito ai risultati delle prove con tracciante, si riporta di seguito una sintesi dei principali parametri medi: permeabilità K , gradiente i , velocità apparente q , porosità efficace n_e , velocità effettiva v_e (Tabella 12);

Untersuchungsbereich / Area di indagine	K [m/s]	i [m/m]	q [m/s]	n_e [-]	v_e [m/s]	v_e [m/d]
Unterquerung (Sportfeld) / Sottoattraversamento (campo sportivo)	1.75×10^{-3}	0.0214	3.47×10^{-5}	0.25	1.85×10^{-4}	16.0
Unterquerung (rechtes Ufer) / Sottoattraversamento (sponda dx)	2.57×10^{-3}	0.0054	1.11×10^{-5}	-	-	-
Testfeld (neue Brücke) / Campo prove (nuovo ponte)	1.84×10^{-3}	0.0042	7.67×10^{-6}	0.27	2.81×10^{-5}	2.4

Tabelle 12: Zusammenfassung der Prüfungen mit chemischen Indikator

Tabella 12: Sintesi delle prove con tracciante

- Die Ablagerungen der Talsohle, im Inneren der Dicke, die also bis auf eine Tiefe von etwa 20 m von der Geländeoberkante aus mit den chemischen
- i depositi del fondovalle, all'interno dello spessore indagato con le prove con tracciante, ovvero esteso fino ad una profondità di circa 20 m da p.c.,

Indikatoren untersucht wurden, weisen eine recht homogene durchschnittliche Durchlässigkeit im Bereich von 2×10^{-3} m/s auf. Innerhalb der Ablagerungen sind Linsen unterschiedlicher Durchlässigkeit vorhanden und insbesondere sandige Linsen die weniger übertragend und potenziell im Flussbett vorhanden sind oder aus dem Ineinandergreifen der seitlichen Schüttkegel hervorgehen, welche eine Durchlässigkeit im Bereich von $8-9 \times 10^{-4}$ m/s vorweisen, und Linsen größerer Ablagerungen oder übertragendere Kies mit einer Durchlässigkeit im Bereich von 3×10^{-3} m/s. Die effektive Porosität der Ablagerungen ist auch recht homogen und wechselt, je nach untersuchtem Bereich zwischen 0.25 und 0.27. Die Variabilität der hydrodynamischen Parameter ist dennoch sehr eingeschränkt;

mostrano una permeabilità media piuttosto omogenea nell'ordine di 2×10^{-3} m/s. All'interno dei depositi sono presenti lenti a differente permeabilità ed in particolare lenti sabbiose meno trasmissive, potenzialmente presenti in alveo o derivanti dall'interdigitazione delle conoidi laterali, con permeabilità nell'ordine dei $8-9 \times 10^{-4}$ m/s, e lenti di sedimenti più grossolani o ciottoli più trasmissive con permeabilità nell'ordine dei 3×10^{-3} m/s. La porosità efficace dei depositi è anch'essa piuttosto omogenea e variabile tra 0.25 e 0.27 a seconda della zona indagata. La variabilità dei parametri idrodinamici è nondimeno molto ristretta;

- Der Vergleich zwischen den Messungen der Durchlässigkeit, der mit Hilfe der Prüfungen durch einen chemischen Indikator (2×10^{-3} m / s) erhalten wird, und die Schätzungen die durch die Interpretation der Langzeit-Pumpversuche ($2-3 \times 10^{-4}$ m/s), die in den früheren Kampagnen (2005) durchgeführt wurden, entstehen, zeigt eine Differenz der Ergebnisse von etwa 1 Größenordnung. Dieser wichtige Unterschied könnte damit erklärt werden, dass die Pumpversuche in der Tat eine Schätzung der Übertragbarkeit des Aquifers ermöglicht haben, während die Berechnung der Durchlässigkeit in Funktion der Dicke des aktiv beteiligten Aquifers abhängig ist. Angesichts der dicht ineinander greifenden stratigraphischen Struktur, der Ablagerungen in der Talsohle, ist zu erwarten, dass die Definition einer aktiven Aquiferdicke, welche der Dicke der Ablagerungen entspricht, zu einer abrundenden Schätzung der Durchlässigkeit geführt hat;
- Die tatsächliche Geschwindigkeit der Filtration des Grundwassers, also die Geschwindigkeit, welche die Wasserzirkulation, in den untereinander kommunizierenden, aus Körnern gebildeten, Kanälchen, darstellt, variiert je nachdem welcher Bereich untersucht wird und weist hohe Werte, in der Größenordnung von 2,4 m/Tag im Unterquerungsbereich (Sportplatz) nach. Unter Berücksichtigung der Durchlässigkeitswerte und recht homogener Werte spezifischer Porosität in der
- il confronto tra le misure di permeabilità, ottenute per mezzo delle prove con tracciante (2×10^{-3} m/s), e le stime ricavate dall'interpretazione delle prove di pompaggio a lunga durata ($2-3 \times 10^{-4}$ m/s), condotte nelle precedenti campagne (2005), mostra una differenza di risultati di circa 1 ordine di grandezza. Questa importante differenza potrebbe essere spiegata considerando che le prove di pompaggio hanno in effetti permesso di ricavare una stima della trasmissività dell'acquifero, mentre il calcolo della permeabilità è derivato in funzione dello spessore di acquifero attivamente coinvolto. Vista la struttura stratigrafica, fittamente interdigitata, dei depositi di fondovalle è presumibile che la definizione di uno spessore di acquifero attivo pari all'intero spessore dei depositi abbia condotto ad una stima della permeabilità in difetto;
- la velocità effettiva di filtrazione della falda, ovvero la velocità che rappresenta la circolazione dell'acqua nei canalicoli intercomunicanti formati dai grani, varia a seconda della zona indagata, dimostrando valori elevati nella zona del sottoattraversamento (campo sportivo), nell'ordine dei 16 m/giorno, e valori più modesti nella zona del campo prove, nell'ordine dei 2.4 m/giorno. In considerazione dei valori di permeabilità e porosità specifica piuttosto omogenei nel fondovalle, tale

Talsole, ist diese Geschwindigkeitsdifferenz hauptsächlich auf einen wichtigen Gradienten-Unterschied zwischen den beiden Zonen zurückzuführen.

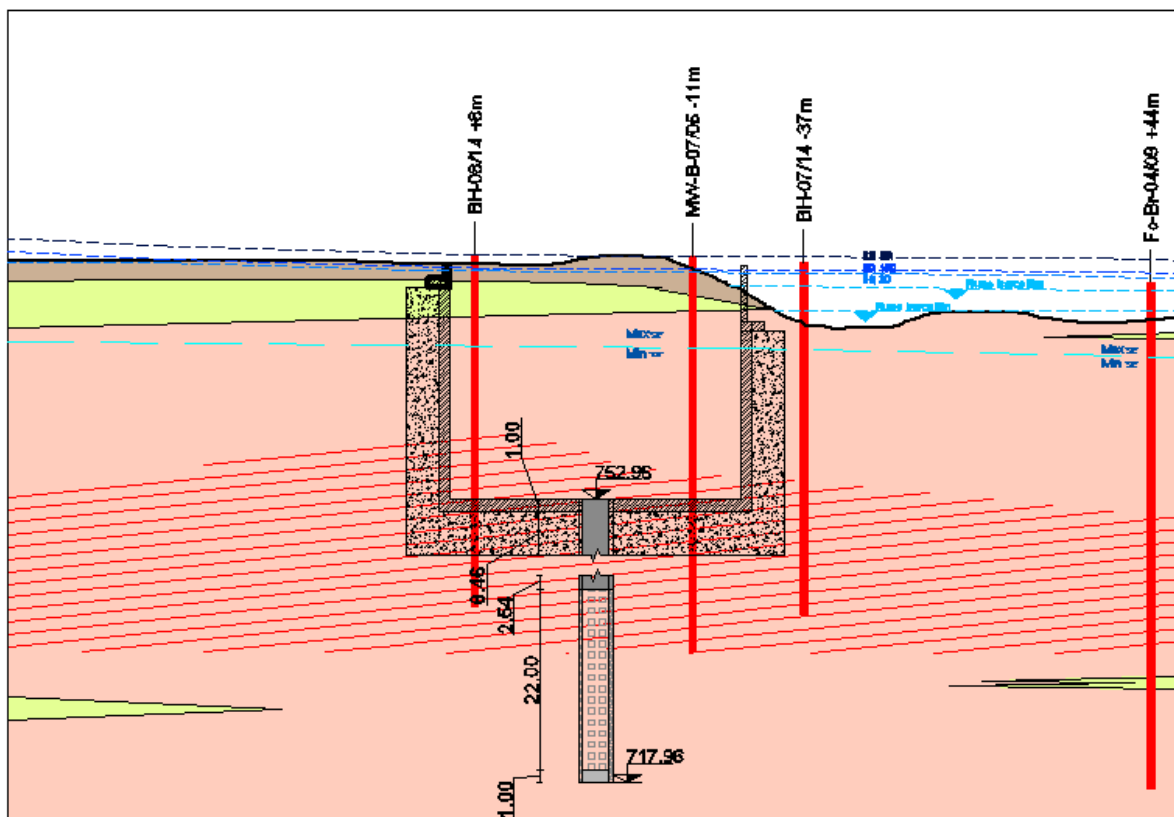
differenza di velocità è attribuibile in misura principale all'importante differenza di gradiente tra le due zone.

3.5.5 HYDROGEOLOGISCHE BEMESSUNGEN

3.5.5 DIMENSIONAMENTO IDROGEOLOGICO DEL POZZO

Die Position des Brunnens, die vom vorliegenden Durchführungsprojekt vorgesehen wird, hat keine Auswirkungen auf die Dimensionierung des Brunnens, gemäß dessen, was im endgültigen Entwurf vorgesehen wird.

La posizione del pozzo come prevista dal presente progetto esecutivo non comporta variazioni nel dimensionamento del pozzo, secondo quanto era stato previsto nel progetto definitivo.



Die durchquerten Böden, sind in der Tat immer von den Überschwemmungen des Eisack betroffen und die Durchlässigkeitswerte, die durch eingehende Studien in dieser Durchführungsphase ermittelt wurden, weisen gegenüber denen, die im endgültigen Projekt zur Dimensionierung des Brunnens verwendet wurden, eine höhere Größenordnung (durchlässigerer Boden) auf.

I terreni attraversati sono infatti sempre rappresentati dalle alluvioni del fiume isarco, e le permeabilità riscontrate dagli studi di approfondimento effettuati nella presente fase esecutiva, sono di un ordine di grandezza maggiore (terreno più permeabile) rispetto a quelle utilizzate nel progetto definitivo per il dimensionamento del pozzo.

Im Folgenden werden die Dimensionierungsdaten des Brunnens aufgeführt, wie im Einreichprojekt dargelegt und wie immer noch gültig in der gegenwärtigen Phase; es wird dieselbe Länge des Entwässerungsabschnitts und dieselbe Durchlässigkeit berücksichtigt.

Si riportano di seguito i dati di dimensionamento del pozzo, come esposto nel progetto definitivo, e come ancora valido nella presente fase, che considera la stessa lunghezza di tratto drenante e la stessa permeabilità.

Absenkung im Brunnen bei 8 l/s:

Bohrdurchmesser: 600 mm
Durchlässigkeit: $k_f = 2 \times 10^{-4}$ m/s
Aquifermächtigkeit: 50 m (= Niedergrundwasserstand 769 m abzüglich Filterunterkante 719 m)
Absenkung nach Brunnenformel = 1,2 m

Filtereintrittsgeschwindigkeit bei 8 l/s:

Bohrdurchmesser: 600 mm
Filterlänge: 21 m
Vorhandene Filtereintrittsgeschwindigkeit: $v_f = 2,02 \times 10^{-4}$ m/s
Zulässige Filtereintrittsgeschwindigkeit nach Sichardt:
 $v_{f,zul} = 9,43 \times 10^{-4}$ m/s > v_f

Bei solchen Verhältnissen sind voraussichtlich hohe Anforderungen an Sandfreiheit (Restsandgehalt < 0,01 g/m³) erfüllbar.

3.5.6 BODENBESCHAFFENHEIT

Das Bohrprofil der im Nahbereich situierten Grundwassermessstelle MW-B-07/05 zeigt bis ca. 20m Tiefe sandig, kiesige Ablagerungen mit eingelagerten Steinen und Steinlagen (Komponentendurchmesser bis 12cm). Vereinzelt treten Blöcke bis 60cm Durchmesser auf. In 20 bis ca. 30m Tiefe treten überwiegend schwach schluffige Sande und Kiese auf. Vereinzelt konnten Steine und Steinlagen, sowie Blöcke beobachtet werden (Komponentendurchmesser bis 30cm). Von 30 bis 45m treten schwach schluffige, kiesige Sande mit vereinzelt Steinen auf (Komponentendurchmesser bis 10cm).

3.5.7 DURCHLÄSSIGKEITSBEIWERT

Aus der Kalibrierung des Grundwassermodells ergab sich für dieses Gebiet ein Durchlässigkeit von $k_f = 1.75 \times 10^{-3}$ in der Bemessung des Brunnens, zu Gunsten der Sicherheit hat man es dennoch bevorzugt den Wert $k_f = 2 \times 10^{-4}$ m/s beizubehalten, wie es im endgültigen

Abbassamento nel pozzo con 8l/s:

Diametro foro: 600 mm
Permeabilità: $k_f = 2 \times 10^{-4}$ m/s
Potenza dell'acquifero: 50 m (= minimo livello della falda 769 m meno margine inferiore filtro 719 m)
Abbassamento secondo formula pozzo = 1,2 m

Velocità di ingresso nel filtro, con 8l/s:

Diametro foro: 600 mm
Velocità esistente di ingresso nel filtro:
 $v_f \text{ esis.} = 2,02 \times 10^{-4}$ m/s
Velocità di ingresso nel filtro ammessa secondo Sichardt:
 $v_f \text{ amm.} = 9,43 \times 10^{-4}$ m/s > $v_f \text{ esis.}$

Queste condizioni lasciano prevedere la possibilità di bassi contenuti di sabbia (quantità di sabbia residua < 0,01 g/m³).

3.5.6 STRUTTURA DEL TERRENO

La stratigrafia del punto di rilevamento di falda MW- B-07/05 attiguo presenta, fino a ca. 20 m di profondità, depositi di sabbia e di ghiaia, con depositi e strati sassosi (diametro componenti fino a 12cm). Si manifesta la presenza sporadica di blocchi fino a 60cm di diametro. Tra 20 e ca. 30m di profondità, prevalgono ghiaia e sabbia limosa. È stata osservata la presenza, sporadica, di pietre e strati sassosi, così come di blocchi (diametro componenti fino a 30cm). Da 30 a 45m di profondità, si manifesta la presenza di sabbia debolmente limosa, ghiaiosa, con pietre sporadiche (diametro componenti fino a 10cm).

3.5.7 COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ

Dalla calibrazione del modello di falda è emersa, per quest'area, una permeabilità $k_f = 1.75 \times 10^{-3}$. nel dimensionamento del pozzo, in favore di sicurezza, si è comunque preferito conservare il valore di $k_f = 2 \times 10^{-4}$ m/s, come riportato nel progetto definitivo.

Projekt vorgegeben wird.

3.5.8 GRUNDWASSERSTÄNDE

Niedergrundwasserstand:

MW-B-07/05: 769,14 m (Messungen seit November 2005)

Der Brunnenstandort liegt etwas stromaufwärts, damit ist dort der Grundwasserstand etwas höher anzunehmen. Damit kann näherungsweise ein etwas niedrigerer Wert von 769,0 m für den Brunnen als extremer Niederwasserwert angenommen werden.

Hochgrundwasserstand:

Auf der sicheren Seite liegend werden diese im Extremfall mit dem Wasserspiegel des Eisack korrespondierend festgelegt. Bisherige Messungen zeigen einen Grundwasserstand der etwas tiefer liegt als der Eisackspiegel... So betrug das Maximum in MW-B-07/05 bisher 771,38 m. Diese aus den Abflussberechnungen bekannten Wasserspiegel des Eisack betragen beim Brunnenstandort:

HW 30 = 778,2 m (30-jährig)

HW 150 = 778,6 m (150 – jährig)

3.6 AUSFÜHRUNG BRUNNEN

Der Brunnen wird von der Basishöhe des elliptischen PO-BPN Brunnens realisiert.

Die Bohrung wird auf den ersten Meter die Stahlbetonplatte des existierenden Brunnens durchstoßen und für die folgenden 8,46 m den Bodendeckel der durch Jet-Grouting entstanden ist.

Die gesamten 9,46 m Bohrung, werden mit einem Blindrohr ausgestattet und außen mit Stahlbeton überzogen.

Die anschließenden 2,54 m der Bohrung, immer ausgerüstet mit Blindrohr (für einen 12 m langen, nicht filtrierenden Abschnitt), werden dagegen mit undurchlässigem Lehm verkleidet sein.

3.5.8 LIVELLI DELLA FALDA

Minimo livello di falda:

MW-B-07/05: 769,14 m (rilevamenti da novembre 2005)

Il pozzo è ubicato un po' a monte; il livello della falda in quel punto deve essere assunto, pertanto, un po' superiore. Per il pozzo, pertanto, può essere assunto, approssimativamente, un valore inferiore, di 769,0, come valore di magra estremo.

Massimo livello di falda:

Secondo un approccio conservativo, questo livello può essere fissato, in situazione estrema, corrispondente con il livello dell'acqua dell'Isarco. I rilevamenti sinora condotti mostrano un livello di falda più profondo del livello dell'Isarco. In questo modo, il livello massimo in MW-B-07/05 è sinora di 771,38 m. Questi livelli dell'acqua dell'Isarco, noti dai calcoli di deflusso, nella località del pozzo, sono pari a:

HW 30 = 778,2 m (30-anni)

HW 150 = 778,6 m (150 – anni)

3.6 ESECUZIONE POZZI

Il pozzo sarà realizzato a partire dalla quota di base del pozzo ellittico PO-BPN.

La perforazione attraverserà per il primo metro la soletta in c.a. del pozzo esistente e per i successivi 8,46 m il tappo di fondo realizzato mediante jet-grouting.

Tutti i 9,46 m di perforazione, saranno attrezzati con tubo cieco e rivestiti esternamente in c.a.

I successivi 2,54 m di perforazione, sempre attrezzati con tubo cieco (per complessivi 12 m di tratto non filtrante) saranno ,invece, rivestiti con argilla impermeabile.

Von einer Tiefe von 12 m zur Unterseite des Brunnens PO BPN, wird weitere 23 m weitergebohrt, davon werden 22 m mit filtrierendem Rohr, das mit Feinkies verkleidet ist, ausgestattet, während der letzte Meter eine Grundplatte darstellen wird.

Dalla quota di 12 m di profondità dal fondo del pozzo PO-BPN, si procederà per altri 23 m di perforazione, di cui 22 m saranno attrezzati con tubo filtrante e rivestiti con ghiaietto, mentre l'ultimo metro, costituirà il tappo di fondo.

- Hohen Anforderungen an die Sandfänger: Restgehalt an Sand unter $0,01^{\circ}\text{g}/\text{m}^3$
- Futterrohr DN 300 aus Edelstahl
- requisiti elevati di dissabbiamento: contenuto residuo di sabbia inferiore a $0,01^{\circ}\text{g}/\text{m}^3$
- tubo di rivestimento DN 300 in acciaio inossidabile

3.7 ANSCHLUSSLEITUNG

3.7 CONDOTTA DI COLLEGAMENTO:

Der Brunnen muss über eine unterhalb des Grundwasserspiegels liegende Druckrohrleitung DN 100 an den Tunnel angeschlossen werden. Dazu muss vom Tunnel aus eine Bohrung zum Brunnenschacht hin erfolgen und diese mit einem Schutzrohr DN 200 Edelstahl ausgebaut werden. Zusätzlich sollen in diesem Schutzrohr dann neben dem Druckrohr 2 Kabelschutzrohre DN60 zur Unterbringung von Stromversorgungs- und Fernwirkkabel eingezogen werden. Das Schutzrohr muss die Schlitzwand durchörtern und an den Tunnel und Brunnenschacht wasserdicht anschliessen. Es sind flexible Wanddurchführungen einzubauen die die Setzungsunterschiede aufnehmen können.

Il pozzo deve essere collegato alla galleria attraverso una condotta in pressione DN 100, posta al disotto del livello di falda. A tal fine, dalla galleria, deve essere eseguita una perforazione fino al pozzo, da rivestire con un tubo di protezione DN 200 in acciaio inossidabile. In aggiunta, in questo tubo di protezione, oltre al tubo in pressione, sono da infilare 2 passacavi DN60, per la posa di cavi per l'approvvigionamento di corrente e di controllo a distanza. Il tubo di protezione deve perforare il diaframma ed essere collegato, in modo impermeabile, alla galleria ed al pozzo. L'esecuzione dei giunti tra tubo di protezione e pareti deve essere di tipo flessibile, per permettere di assorbire cedimenti differenti.

Die Anschlussstelle der Druckrohrleitung an das senkrechte Rohr DN 300 muss in der höchstmöglichen Tiefe liegen, um auch bei niedrigem Grundwasserspiegel über ausreichenden Druck für die Beförderung durch Schwerkraft zu verfügen, auch wenn die piezometrischen Lastbedingungen durch die Absenkung des Systems deutlich besser als die in der Einreichprojektphase enthaltenen Vorhersagen sind. Die Druckrohrleitung muss außerdem ein Gefälle von 2% im Vergleich zum Tunnel aufweisen, um die ausreichende Lüftung zu garantieren.

Il punto di collegamento della condotta in pressione al tubo verticale DN 300 deve trovarsi alla maggiore profondità possibile, per poter disporre di pressione sufficiente per il trasporto per gravità, anche con un livello di falda basso, seppur con l'approfondimento del sistema, le condizioni di carico piezometrico sono nettamente migliorate rispetto a quanto previsto in fase di progetto definitivo. La condotta in pressione deve inoltre presentare una pendenza del 2 % rispetto alla galleria, per garantire sufficiente ventilazione.

Die Druckleitung soll nach dem Anschlusspunkt im Brunnen einen Absperrschieber, eine Handentlüftung DN 15 und einen Probenahmehahn DN 15 erhalten. Am Einmündepunkt in den Tunnel soll auch ein Absperrschieber angeordnet werden. Die Entnahme muss kontrolliert über Regelventile erfolgen und darf gesamt 8 l/s nicht überschreiten.

Successivamente al punto di collegamento nel pozzo, la condotta in pressione deve essere dotata di una valvola a saracinesca, ventilazione manuale DN 15 e di un rubinetto di campionamento DN 15. Nel punto di sbocco nella galleria, deve essere collocata anche una valvola a saracinesca. L'estrazione deve avvenire attraverso valvole di regolazione, e non può superare, complessivamente, 8 l/s.

3.8 BRUNNENAUSRÜSTUNG

Der Brunnenschacht wird über eine überschüttete Decke abgeschlossen die eine Zugangsöffnung und Montageöffnung mit jeweils 80/80 cm aufweist. Außen ist an allen Betonteilen bis 1,5 m unter GOK eine Wärmedämmung anzubringen. Schacht- abdeckung und Schachthäse sind wasserdicht auszuführen.

Die Einstiegsdeckel sind tagwasserdicht aus Edelstahl, mit Lüftungsrohr, Öffnungshilfe, wärmeisoliert und versperrbar auszuführen. Die Schachthäse sind bis 50 cm unter GOK außen mit Edelstahl zu verkleiden.

Der Zugang erfolgt über eine Leiter mit ausziehbarer Einstiegshilfe, Rückenkorb und Sicherungsschiene.

Das Brunnenstandrohr ist mit einem Flansch mit Be- und Entlüftungsventil und einer Öffnung zur Brunnenwasserstandsmessung oben abzuschliessen.

Eine kleine Schachtentwässerungspumpe (Kapazität 0,1 l/s) soll allfälliges Kondens- und Probenahmewasser in einen neben dem Brunnen anzuordnenden Sickerschacht abpumpen.

Seitlich im Schacht soll ein Belüftungskamin DN 150 eingebaut werden, wobei sein Luftrohr im Schacht bis ca. 1 m über Sohle verlaufen soll. Bei Erfordernis soll nachträglich auch eine Zwangsbelüftung eingebaut werden können.

Weiters soll der Schacht mit einer Beleuchtung und einem Gaswarnsystem ausgestattet werden.

3.9 ERRICHTUNGSZEIT

Brunnenschacht und Verbindungsrohr werden im Schutze der Grundwasserabsenkung errichtet. Um aufwendige Absenkzeitverlängerungen zu vermeiden muss diese Errichtung damit genau koordiniert und gleichzeitig mit der Ausführung des Aushubes und der Ankerung der danebennebenliegenden Baugrube erfolgen. Im Bereich des Brunnen sind die dortigen

3.8 ATTREZZAGGIO POZZI

Il pozzo sarà chiuso da un "solaio" di riporto, che presenta un'apertura di accesso ed un'apertura di montaggio di 80/80 cm ciascuna. Tutte le componenti in conglomerato cementizio, fino a 1,5 m sotto il piano campagna, saranno dotate di un isolamento termico. Copertura e collo del pozzo saranno eseguiti impermeabili all'acqua.

Il chiusino di entrata sarà realizzato in acciaio inossidabile, impermeabile all'acqua superficiale, con tubo di ventilazione, ausilio di apertura, isolamento termico e bloccabile. Il collo del pozzo sarà rivestito esternamente, fino a 50 cm sotto il piano campagna, con acciaio inossidabile.

L'accesso avverrà attraverso una scala con ausilio di accesso estraibile, gabbia di sicurezza e guide di sicurezza.

A chiusura del tubo verticale del pozzo, sarà posta una flangia con valvola di ventilazione ed un'apertura per il rilevamento del livello dell'acqua nel pozzo.

Una piccola pompa di drenaggio pozzo (capacità 0,1 l/s) deve pompare in un pozzo filtrante, da collocare accanto al pozzo, eventuali acque di condensazione e di campionamento.

Di lato nel pozzo, sarà collocato un camino di ventilazione DN 150, il cui tubo di ventilazione nel pozzo deve sporgere fin circa 1 m sopra il piano del pozzo. In caso di necessità, deve essere possibile la posa successiva anche di un sistema di ventilazione forzata.

Inoltre, il pozzo sarà dotato di sistema di illuminazione e sistema di allarme gas.

3.9 TEMPI DI REALIZZAZIONE

Il pozzo ed il tubo di collegamento saranno realizzati al termine delle operazioni di escavazione delle gallerie naturali, precedentemente alla realizzazione dei tratti di galleria artificiale. Per evitare lunghi ed onerosi tempi di abbassamento, detta realizzazione va eseguita contemporaneamente alla esecuzione ed alla posa del sistema di ancoraggio dello scavo di fondazione

Fachbereich: 04 - Hydraulik und Hydrologie

Thema: Stetslaufbrunnen

Dokumenteninhalt: Stetslaufbrunnen

Settore: 04 – Idraulica e Idrologia

Tema: Pozzo per il flusso continuo

Relazione: Pozzo per il flusso continuo

Anker seitlich zu verschwenken.

attiguo. In corrispondenza del pozzo, i sistemi di ancoraggio presenti devono essere spostati lateralmente.

4 STRUKTURELLE PRÜFUNG BASISQUADER DES BRUNNENS

Der Stetslaufbrunnen für Wasser, das aus dem Boden filtert, wird mit Betonfertigteilen erschaffen.

Der Querschnitt ist kreisförmig, mit einem Außendurchmesser von 3,30 m; die peripheren Scheidewände mit einer Dicke von 40 cm, entwickeln sich bis auf eine Höhe von etwa 27,80 m vom Boden des elliptischen BPN Brunnens aus, auf dem dieser sich befindet.

Es wird eine lokale Überprüfung durchgeführt, unter Berücksichtigung der Tatsache, dass der Basisblock der größten Beanspruchung ausgesetzt ist.

Bei der Berechnung wird ein Ring mit einer Höhe von 2,5 m in Betracht gezogen.

Folgenden Lasten werden in Betracht gezogen:

- Schub des Erdreichs
- Schub des Grundwassers

In Bezug auf die Bewertung des Bodendrucks auf die Bohrlochwände, bezieht man sich auf die JANSSEN-Theorie, wonach sich der horizontale Druck auf die Wände des Bohrlochs nicht linear, sondern exponentiell mit der Tiefe auswirkt, bis dieser zu einem konstanten Wert neigt.

Der Ausdruck ist wie folgt:

$$p_0(y) = \lambda \gamma y_0 ((1 - e^{-y/y_0}))$$

Wo

λ der Koeffizient des Horizontalschubs ist;

y spezifisches Gewicht des Bodens;

$$y_0 = A/(\lambda f L)$$

wo A die Fläche des horizontalen Querschnitt des Brunnens ist;

wo L der Umfang des horizontalen Querschnitt des Brunnens ist;

$f = \tan \delta$ Reibungskoeffizient Boden - Wand.

Für die Schüttungen wird ein Boden mit denselben Merkmalen des Bodens vor Ort berücksichtigt, Lithotyp

4 VERIFICA STRUTTURALE CONCIO DI BASE DEL POZZO

Il pozzo per il flusso continuo di acqua filtrata dal terreno viene realizzato con blocchi di calcestruzzo prefabbricato.

La sezione è circolare, con diametro esterno pari a 3,30m; i setti perimetrali, dello spessore di 40 cm, si sviluppano per un'altezza pari a circa 27,80 m a partire dal fondo del pozzo ellittico BPN, sul quale è poggiato.

Si esegue una verifica locale, considerando il blocco di fondo come più sollecitato.

Ai fini del calcolo si considera un anello di altezza pari a 2,5 m.

Si sono considerati i seguenti carichi;

- spinta del terreno
- spinta falda

Per quanto riguarda la valutazione della spinta del terreno sulle pareti del pozzo, si fa riferimento alla teoria di JANSSEN, secondo la quale, la pressione orizzontale agente sulle pareti del pozzo non ha un andamento lineare ma cresce in maniera esponenziale con la profondità fino a tendere ad un valore costante.

L'espressione è la seguente:

$$p_0(y) = \lambda \gamma y_0 ((1 - e^{-y/y_0}))$$

Dove

λ coefficiente di spinta orizzontale;

γ peso specifico del terreno;

$$y_0 = A/(\lambda f L)$$

con A area della sezione orizzontale del pozzo;

L perimetro della sezione orizzontale del pozzo;

$f = \tan \delta$ coefficiente di attrito terreno – parete.

Si considera per il rinterro un terreno avente le stesse caratteristiche del terreno in sito, litotipo C "Depositi

C „Flussablagerungen“.

alluvionali“.

Für die Prüfungen wurden die Kennwerte X_k der in Tabelle 1 zusammengefassten geotechnischen Parameter verwendet, abgeleitet aus der geotechnischen Charakterisierung im „Geotechnischen Bericht“ (siehe: 02-H71-AF-002-03-01-002.00-B0115-01011-RT3).

Per le verifiche sono stati impiegati i valori caratteristici X_k dei parametri geotecnici riepilogati in Tabella 1 desunti dalla caratterizzazione geotecnica effettuata nella “Relazione Geotecnica“ (rif.: 02-H71-AF-002-03-01-002.00-B0115-01011-RT3).

Unità	Formazione	γ (kN/m ³)	c'_k (kPa)	ϕ'_k (°)	E (MPa)
C	Alluvioni	20,5	0	36	60

Tabella 1 – Sintesi dei parametri geotecnici caratteristici X_k .

Wenn man eine Brunnenhöhe von 28 m in Betracht zieht, wird der Schub des Bodens, der sich auf das Basisquader auswirkt, so berechnet:

$$A = \pi d^2/4 = \pi 3,3^2/4 = 8,55 \text{ m}^2 ;$$

$$L = 2\pi r = 2 \cdot \pi \cdot 1,65 = 10,36 \text{ m};$$

$$f = \tan 24^\circ = 0,45;$$

$$\lambda = 1 - \sin 36^\circ = 0,412;$$

$$y_0 = A/(\lambda f L) = 4,45 \text{ m};$$

$$p_0(28m) = 0,412 \cdot 10,5 \cdot 4,45 \cdot ((1 - e^{-28/4,45})) = 19,3 \text{ kN/mq}$$

Considerando un'altezza del pozzo di 28 m, la spinta del terreno agente sul concio di base è così calcolata:

$$A = \pi d^2/4 = \pi 3,3^2/4 = 8,55 \text{ m}^2 ;$$

$$L = 2\pi r = 2 \cdot \pi \cdot 1,65 = 10,36 \text{ m};$$

$$f = \tan 24^\circ = 0,45;$$

$$\lambda = 1 - \sin 36^\circ = 0,412;$$

$$y_0 = A/(\lambda f L) = 4,45 \text{ m};$$

$$p_0(28m) = 0,412 \cdot 10,5 \cdot 4,45 \cdot ((1 - e^{-28/4,45})) = 19,3 \text{ kN/mq}$$

Der horizontale Druck der sich auf den Bodenquader des Brunnens, der auf den Druck des Grundwassers zurückzuführen ist, auswirkt, ergibt:

$$p_w = \gamma_w \cdot y = 10 \text{ kN/mc} \cdot 28 \text{ m} = 280 \text{ kN/mq}$$

La pressione orizzontale agente sul concio di fondo del pozzo dovuta alla spinta della falda risulta:

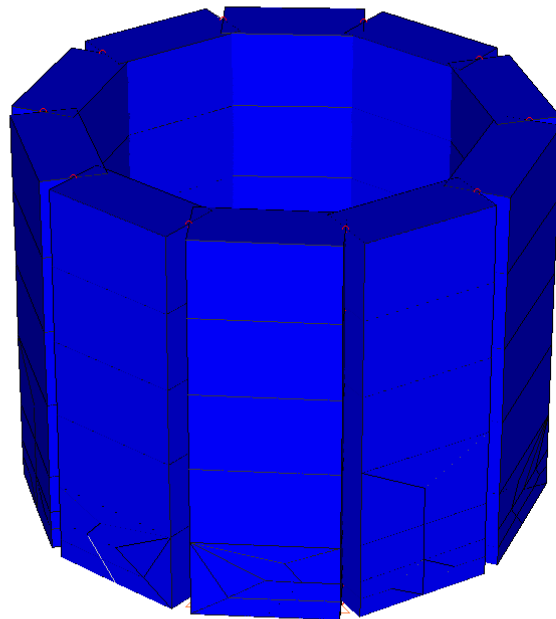
$$p_w = \gamma_w \cdot y = 10 \text{ kN/mc} \cdot 28 \text{ m} = 280 \text{ kN/mq}$$

Durch die Berechnungssoftware Mastersap 2012 st.1.1 wurde ein dreidimensionales Modell zu finiten Elementen des Basisquaders implementiert.

Es werden im Folgenden die erreichten Ergebnisse vorgebracht:

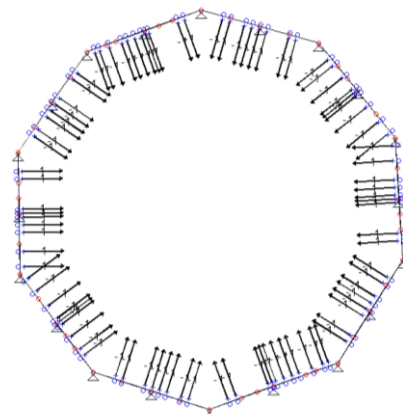
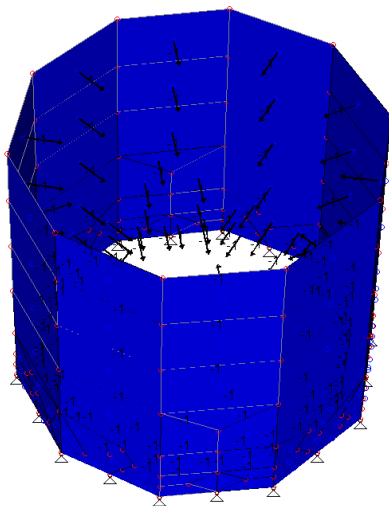
E' stato implementato un modello tridimensionale agli elementi finiti del concio di base tramite il software di calcolo Mastersap 2012 st.1.1.

Si riportano di seguito i risultati ottenuti:



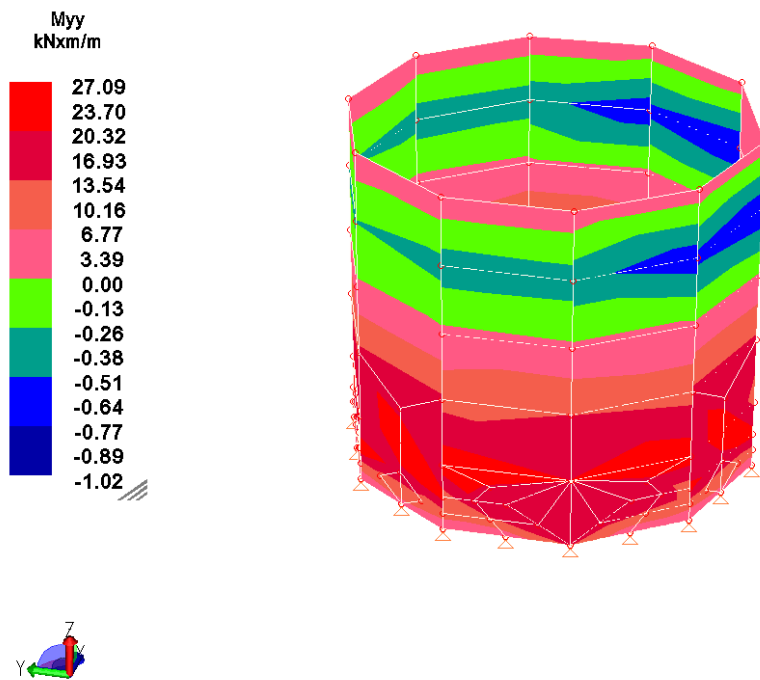
Berechnungsmodell

Modello di calcolo



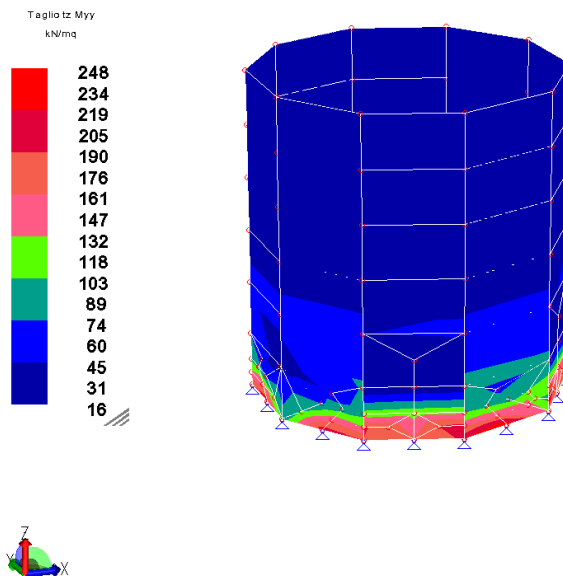
Lastschema

Schema di carico



Verteilung des Biegemoments GZT (kNm/m)

Distribuzione del momento flettente SLU (kNm/m)



Verteilung der Tangentialspannung (kN/mm²)

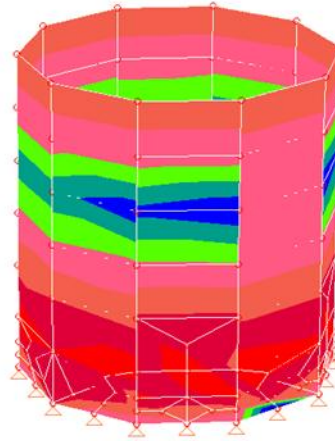
Distribuzione delle tensioni tangenziali (kN/mm²)

Die pro Längeneinheit wirkende Scherkraft wurde wie folgt berechnet:

Lo sforzo di taglio agente per unità di lunghezza è così calcolato:

$$V_{Ed} = \tau \cdot s = 248 \text{ kN/mm}^2 \cdot 0,40\text{m} = 99,20 \text{ kN/m}$$

$$V_{Ed} = \tau \cdot s = 248 \text{ kN/mm}^2 \cdot 0,40\text{m} = 99,20 \text{ kN/m}$$



Verteilung des Biegemoments GZG (kNm/m)

Distribuzione del momento flettente SLE (kNm/m)

5 EIGENSCHAFTEN DER MATERIALIEN

5.1 BETON MAUERN UND SOHLEN FERTIGTEILE

Beton C32/40

Charakteristischer kubischer Rechnungs-Widerstand:

$$R_{ck} \geq 40 \text{ MPa}$$

Charakteristischer Zylindrischer Widerstand:

$$f_{ck} \geq 32 \text{ MPa}$$

Elastizität: $E_c = 33346 \text{ MPa}$

Poisson-Koeffizient: $\nu = 0.20$

$$\gamma_c = 1.5$$

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 18,13 \text{ MPa}$$

Forderungsklasse: XC3/XF1

Maximales Verhältnis: a/c 0.50

Mindest-Betoninhalt: 320 kg/m^3

Slump-Klasse: S3

5.1 STAHL FÜR BEWEHRTEN BETON

Stahlstangen, B450C-Art (FeB44K), mit verbesserter
Haftfestigkeit:

Charakteristische Bruchspannung: $f_{tk} > 540 \text{ MPa}$

Charakteristische Streckspannung: $f_{yk} > 450 \text{ MPa}$

Verhältnis der Bruchspannung zur Streckspannung:
 $1.15 < f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

Elastizität: $E_s = 210000 \text{ MPa}$

Poisson-Koeffizient: $\nu = 0.30$

5 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

5.1 CALCESTRUZZO MURI E SOLETTA PREFABBRICATI

Calcestruzzo C32/40

Resistenza caratteristica cubica di calcolo:

$$R_{ck} \geq 40 \text{ MPa}$$

Resistenza caratteristica cilindrica:

$$f_{ck} \geq 32 \text{ MPa}$$

Modulo di elasticità: $E_c = 33346 \text{ MPa}$

Coefficiente di Poisson: $\nu = 0.20$

$$\gamma_c = 1.5$$

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 18,13 \text{ MPa}$$

Classe di esposizione XC3/XF1

Massimo rapporto a/c 0.50

Minimo contenuto in cemento 320 kg/m^3

Classe Slump: S3

5.2 ACCIAIO PER C.A.

Barre in acciaio tipo B450C (FeB44K) ad aderenza
migliorata:

Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} > 540 \text{ MPa}$

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} > 450 \text{ MPa}$

Rapporto tensione di rottura / tensione di snervamento:
 $1.15 < f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

Modulo di elasticità: $E_s = 210000 \text{ MPa}$

Coefficiente di Poisson: $\nu = 0.30$

6 PRÜFUNGEN GZT UND GZG

Nachstehend sind die Biege- und Scherprüfungen des Brunnenbasisquaders aufgeführt, wobei der Widerstandswert mit dem Projektwert verglichen wird.

Es wird ein Prüfungsbereich von 1m x 0,40m berücksichtigt.

6 VERIFICHE SLU E SLE

Si riportano di seguito le verifiche a flessione e taglio del concio di base del pozzo, confrontando il valore resistente con il valore di progetto.

Si considera una sezione di verifica 1 m x 0,40 m

Titolo: []

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,05	5
2	10,05	35

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 27,1 kNm
M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C C32/40

ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 12,25 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
τ_{c1} 2,114

M_{xRd} 137,4 kNm
σ_c -18,13 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 27,52 ‰
d 35 cm
x 3,949 w/d 0,1128
δ 0,7

Tipo Sezione
Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo
S.L.U.+ S.L.U.-
Metodo n

Tipo flessione
Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello
Precompresso

Es wird eine aus Eisen mit Φ16/20 bestehende Längsbewehrung angewandt; da das Berechnungsmoment M_{Ed} = 27,1 kNm kleiner als das Widerstandsmoment M_{Rd} = 137,4 kNm ist, gilt die Prüfung als zufriedenstellend.

Nachstehend die Ergebnisse der Scherprüfung:

Si adotta un'armatura longitudinale costituita da ferri Φ16/20; essendo il momento di calcolo M_{Ed} = 27,1 kNm minore del momento resistente M_{Rd} = 137,4 kNm, la verifica a flessione .

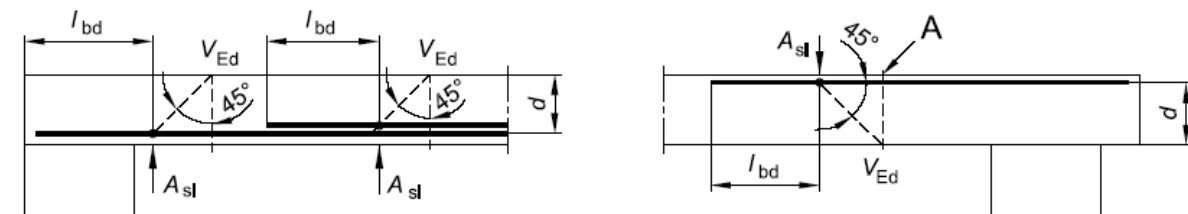
Di seguito si restituisce la verifica a taglio:

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE			
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO			
Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	99,2	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		si	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0,12	[-]
Coefficiente k	k	1,76	[-]
		1,76	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ	0,0028723	[-]
		0,0028723	[-]

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	151,20	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	156,12	[kN]
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	V_{Rd}	156,12	[kN]

Man sieht, wie der Betonabschnitt allein ausreichend ist, um die Scherprüfung zu garantieren; trotzdem wird es als notwendig erachtet, eine minimale Querbewehrung für die Kontrolle der Rissbildung und die Garantie der Einschließung der Längsbewehrungen einzufügen.

Si nota come la sola sezione di calcestruzzo è sufficiente a garantire la verifica a taglio, tuttavia, si ritiene necessaria l'inserimento di un'armatura trasversale minima tale da controllare la fessurazione e garantire il confinamento delle armature longitudinali.

Es wird eine minimale Horizontalbewehrung von 0,2% berücksichtigt, wobei Eisen mit $\Phi 14/20$ verwendet werden.

Si considera un'armatura minima orizzontale pari allo 0,2%, si adottano ferri $\Phi 14/20$.

Zugunsten der Sicherheit wird außerdem die Prüfung der maximalen Druckspannung des Betons bei Betriebsbedingungen in fast ständiger Kombination ausgeführt.

Si esegue, inoltre, la verifica della tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio in combinazione quasi permanente, a vantaggio di sicurezza.

Angesichts der Art der Lasten ist die Prüfung der Spannungen bei seltener Kombination automatisch erfüllt.

Data la tipologia dei carichi, la verifica delle tensioni in combinazione rara è automaticamente soddisfatta.

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS

Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	18,1	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	400	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	50	[-]
Altezza utile della sezione	d'	350	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	1005	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1005	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	83,74	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	1281967892	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q,p.}$	18	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1,18	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	56,39	[MPa]

Da $\sigma_c = 1,18 \text{ N/mm}^2$ niedriger als $0,45x_{f_{ck}} = 0,45x 32 \text{ N/mm}^2 = 14,40 \text{ N/mm}^2$ ist, gilt die Prüfung als zufriedenstellend.

Essendo $\sigma_c = 1,18 \text{ N/mm}^2$ minore di $0,45x_{f_{ck}} = 0,45x 32 \text{ N/mm}^2 = 14,40 \text{ N/mm}^2$ la verifica risulta soddisfatta.

Ein weiterer Vergleich kann für die maximale Spannung des Stahls σ_s gemacht werden; sie ist $56,39 \text{ N/mm}^2$ und da sie niedriger als $0,8x \cdot f_{yk} = 0,8x450 \text{ N/mm}^2 = 360 \text{ N/mm}^2$, ist, gilt die Prüfung als zufriedenstellend.

Un ulteriore confronto può essere fatto per la tensione massima dell'acciaio σ_s che risulta pari a $56,39 \text{ N/mm}^2$ ed essendo minore di $0,8x \cdot f_{yk} = 0,8x450 \text{ N/mm}^2 = 360 \text{ N/mm}^2$, la verifica risulta soddisfatta.

Nachstehend ist die Prüfung bei Grenzzustand der Rissbildung aufgeführt:

Si riporta di seguito la verifica allo stato limite di fessurazione:

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS

Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	400	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	350	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1005	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1005	[mm ²]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	50	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	200	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	$s_{rif,max}$	290	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente		
Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente	M_{Ed,q.p.}	18,1 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	83,74 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	56,39 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3,5 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0,4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	105,419632 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	105419,632 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,00954 [-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	5,68 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	-0,000494 [-] 0,000169 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	16,00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0,8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0,5 [-]
	k_3	3,4 [-]
	k_4	0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	455,23 [mm] 455,23 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0,0770 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0,3 [mm]

Gemäß der Technischen Baubestimmungen 2008, Tabelle 4.1.IV. und angesichts der Tatsache, dass die Umgebungsbedingungen *gewöhnlich* und die Bewehrungen *wenig sensibel* sind, ist der Grenzzustand der Rissöffnung in fast ständiger Kombination w_d 0,3mm; da die berechnete Weite der Risse 0,08mm beträgt und geringer als die w_d ist, ist die Prüfung zufriedenstellend.

Der Stetslaufbrunnen befindet sich im Schacht BPN (Gleis 2 Nord); da sich dieser Schacht durch eine 1m starke Grundfläche und einen mit 8,46 m Jet-Grouting konsolidierten Unterlageboden auszeichnet, werden keine geotechnischen Prüfungen des Bauwerks ausgeführt, da sie als nicht bemessend angesehen werden.

Die globale Stabilität des Systems wird von der Nut-Feder-Verbindung der vorgefertigten Quader garantiert; außerdem ist die Zuschüttung in kompakten Schichten mit einer Stärke von max. 1 Meter entlang des ganzen Umfangs und auf der gesamten Höhe ausgeführt werden.

Secondo quanto riportato sulla NTC 2008 nella tabella 4.1.IV, essendo le condizioni ambientali *ordinarie* e considerate le armature *Poco sensibili*, lo stato limite di apertura delle fessure in combinazione quasi permanente w_d è pari a 0,3 mm; essendo l'ampiezza delle fessure calcolata pari a 0,08 mm minore alla w_d , la verifica è soddisfatta.

Il pozzo a flusso continuo si colloca all'interno del pozzo BPN (Binario Pari Nord); quest'ultimo è caratterizzato da un basamento pari a 1 m di spessore e da un terreno di posa consolidato con 8,46 m di jet-grouting, ragion per cui, si omettono le verifiche geotecniche dell'opera di progetto, ritenute non dimensionanti.

La stabilità globale del sistema è garantita dalla connessione maschio-femmina dei conci prefabbricati, inoltre, il rinterro, dovrà essere eseguito a strati dello spessore massimo di 1 metro ben compattati, lungo tutto il perimetro e per l'intera altezza.