



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
Ausführungsplanung

Potenziamento asse ferroviario Monaco-Verona
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
Progettazione esecutiva

D0700: Baulos Mauls 2-3		D0700: Lotto Mules 2-3	
Projekteinheit Baustelleneinrichtung		WBS Cantierizzazione	
Dokumentenart Technischer Bericht		Tipo Documento Relazione tecnica	
Titel Hydraulischer Prüfbericht der Dämme		Titolo Relazione di verifica idraulica degli argini	
 RTI 4P <i>Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P</i> <small>via Pio Ilir S.r.l., Via G.B. Sammartini 5, 20125 Milano, Tel.: +39 026767911, Fax: +39 0287152612</small>		<i>Generalplaner / Responsabile integrazioni prestazioni specialistiche</i> Ing. Enrico Maria Pizzarotti Ord. Ingg. Milano N° A 29470	
Mandataria  PRO ITER <small>Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.</small>	Mandante  PÖYRY	Mandante  pini swiss engineers	Mandante  PASQUALI-RAUSA <small>ENGINEERING S.r.l./G.m.b.H.</small>
<i>Fachplaner / il progettista specialista</i> Ing. Enrico Maria Pizzarotti Ord. Ingg. Milano N° A 29470		<i>Fachplaner / il progettista specialista</i>	
		<i>Fachplaner / il progettista specialista</i>	
		<i>Fachplaner / il progettista specialista</i>	
	Datum / Data	Name / Nome	Gesellschaft / Società
Bearbeitet / Elaborato	30.01.2015	Coletta	Pro Iter
Geprüft / Verificato	30.01.2015	Borsani	Pro Iter
 BBT <i>Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE</i>		Name / Nome R. Zurlo	Name / Nome K. Bergmeister
Projekt-kilometer / Chilometro progetto von / da 32.0+88 bis / a 54.0+15 bei / al	Projekt-kilometer / Chilometro opera von / da bis / a bei / al	Status Dokument / Stato documento	Massstab / Scala -
Staat Stato	Los Lotto	Einheit Unità	Nummer Numero
Dokumentenart Tipo Documento	Vertrag Contratto	Nummer Codice	Revision Revisione
02	H61	CI	400
KTB	D0700	54011	21

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
21	Abgabe für Ausschreibung / Emissione per Appalto	Borsani	30.01.2015
20	Überarbeitung infolge Dienstanweisung Nr. 1 vom 17.10.2014 / Revisione a seguito ODS n°1 del 17.10.2014	Borsani	04.12.2014
11	Projektvervollständigung und Umsetzung der Verbesserungen aus dem Prüfverfahren / Completamento progetto e recepimento istruttoria	Borsani	09.10.2014
10	Endabgabe / Consegna definitiva	Borsani	31.07.2014
00	Erstversion / Versione preliminare	Borsani	22.05.2014

1	VORWORT	
1	PREMESSA	3
2	BESTIMMUNG DER DURCHFLUSSMENGE	
2	DEFINIZIONE DELLA PORTATA	4
3	HYDRAULISCHE ANALYSE	
3	ANALISI IDRAULICA	6
	3.1 EINFÜHRUNG	
	3.1 INTRODUZIONE	6
	3.2 BESCHREIBUNG DER BERECHNUNGSSOFTWARE	
	3.2 DESCRIZIONE DEL SOFTWARE DI CALCOLO	6
	3.2.1 Haupteigenschaften	
	3.2.1 Caratteristiche principali	6
	3.2.2 Anwendung der Erhaltungsgleichung der Bewegungsmenge	
	3.2.2 Applicazione dell'equazione della conservazione della quantità di moto	8
4	BASISLAGER SACHSENKLEMMEN UND FRANZENSFESTE	
4	CAMPO BASE DI SACHSENKLEMMEN E DI FORTEZZA	10
	4.1 DURCHFLUSSMENGE UND UMRANDUNGSBEDINGUNGEN	
	4.1 PORTATA E CONDIZIONI AL CONTORNO.....	10
	4.2 HYDRAULISCHE ÜBERPRÜFUNG DER ÜBERFLUTBAREN FLÄCHEN	
	BASISLAGER SACHSENKLEMMEN	
	4.2 VERIFICA IDRAULICA AREE ALLAGABILI.....	12
	CAMPO BASE DI SACHSENKLEMMEN.....	12
	4.3 HYDRAULISCHE ÜBERPRÜFUNG DER ÜBERFLUTBAREN FLÄCHEN	
	BASISLAGER FRANZENSFESTE	
	4.3 VERIFICA IDRAULICA AREE ALLAGABILI	14
	CAMPO BASE DI FORTEZZA	14
5	VERZEICHNISSE	
5	ELENCHI	16
	5.1 TABELLENVERZEICHNIS	
	5.1 ELENCO DELLE TABELLE.....	16
	5.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS	
	5.2 ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI.....	16
	5.3 REFERENZDOKUMENTE	
	5.3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	16
	5.3.1 Eingangsdokumente	
	5.3.1 Documenti in ingresso	16
	5.3.1.1 Ausführungsprojekt Baulos Muls 2-3	
	5.3.1.2 Normen und Richtlinien	
	5.3.1.1 Progetto Esecutivo Lotto Muls 2-3.....	16
	5.3.1.2 Normative e linee guida.....	16
	5.3.1.3 Bibliografie	
	5.3.1.3 Bibliografia.....	16
	5.3.2 Ausgangsdokumente	
	5.3.2 Documenti in uscita	17

1 VORWORT

Dieses Dokument dient zur Überprüfung der hydraulischen Vereinbarkeit der Flächen, welche zum Aufbau der Basislager, in denen die zuständigen Arbeiter beherbergt werden, bestimmt wurden.

Obwohl das Thema teilweise schon während der Endplanung behandelt wurde, ist hier vorgezogen worden eine neue Überprüfung durchzuführen um die reelle Notwendigkeit von Schutzvorrichtungen der bereits analysierten Bereichen zu bestätigen, sowie die Notwendigkeit derer zu überprüfen dort wo keine vorgesehen sind.

Insbesondere sind folgende Gebiete analysiert worden:

- Basislager Sachsenklemme,
- Basislager Franzensfeste.

1 PREMESSA

Il presente documento provvede alla verifica della compatibilità idraulica delle aree individuate per la costruzione dei campi base che ospiteranno gli addetti ai lavori.

Sebbene il tema sia stato già parzialmente trattato nella fase progettuale definitiva, in questa sede si è preferito effettuare una nuova indagine per confermare la reale necessità di barriere a protezione delle aree già analizzate e verificarne la necessità in quelle ove non è stato previsto nulla.

In particolare sono stati analizzate le seguenti aree:

- Campo base di Sachsenklemme,
- Campo base di Fortezza.

2 BESTIMMUNG DER DURCHFLUSSMENGE

Das Eisack Einzugsgebiet im untersuchten Bereich besteht aus dem Oberen Eisacktal und dessen Zuflüsse, unter denen der Flaggerbach, der Weissenbach, der Eggerbach, der Pfitscherbach und der Mareiterbach sind, mit einer Oberflächenausdehnung von $S = 675 \text{ km}^2$.

Die Schätzung der Hochwassermenge bei einer festgelegten Wiederkehrzeit, wurde mittels der VaPi-Methode (Progetto VaPi - Bacchi, Villi 1999) durchgeführt, laut *Auszugsplan zum Schutz der hydrogeologischen Gefahr des Etsch Beckens - Region Veneto*.

Die Durchflussmenge ist bestimmt durch:

$$Q(T) = K_T * E(Q)$$

bei dem die Werte des Hochwasserindex $E(Q)$ sowie des probabilistischen Steigerungsfaktors K_T aus folgenden Verhältnissen geliefert werden:

$$K_T = a + b * \ln(T)$$

$$E(Q) = \alpha * S^\beta$$

wobei für den Eisackbecken:

$$a = 0.5444$$

$$b = 0.4396$$

$$\alpha = 5.5$$

$$\beta = 0.52$$

In Tabelle 1 sind die erreichten Durchflussmengenwerte bei unterschiedlichen Wiederkehrzeiten aufgezeigt.

Tr [anni]	Q max [mc/s]
30	370.14
100	419.97
150	447.34
200	469.97

Tabelle 1: Empirisch bestimmte Hochwassermengen mit der VaPi-Methode.

Die erhaltenen Durchflussmengen sind dann mit dem Inhalt des Endplanungsberichts verglichen worden, in dem die Ergebnisse der Eisack Vorstudie in Grassein aufgezeigt sind, welche vom Amt für Wasserschutzbauten der Provinz Bozen an der Plunger Brücke (siehe Tabelle 2) ausgeführt wurden.

2 DEFINIZIONE DELLA PORTATA

Il bacino imbrifero dell'Isarco nell'area di indagine è costituito dall'alta valle Isarco e dai suoi affluenti, tra cui il Rio Vallaga, Rio Bianco, Rio di Dosso, Torrente Vizzo e il Rio Ridanna, con una estensione di $S = 675 \text{ km}^2$.

La stima della portata di massima piena, per assegnato tempo di ritorno, è stata effettuata utilizzando il metodo VaPi (Progetto VaPi - Bacchi, Villi 1999) come riportato nel *Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico del bacino dell'Adige - Regione Veneto*.

La portata è definita come:

$$Q(T) = K_T * E(Q)$$

in cui i valori della piena indice $E(Q)$ e del fattore probabilistico di crescita K_T sono forniti dalle relazioni:

$$K_T = a + b * \ln(T)$$

$$E(Q) = \alpha * S^\beta$$

dove per il bacino dell'Isarco:

$$a = 0.5444$$

$$b = 0.4396$$

$$\alpha = 5.5$$

$$\beta = 0.52$$

In tabella 1 sono riportati i valori di portata ottenuti per diversi tempi di ritorno.

Tabella 1 Portate di piena dell'Isarco valutate empiricamente con il metodo VaPi.

Le portate ottenute sono in seguito state confrontate con quanto contenuto nella relazione del progetto definitivo ove sono riportati gli esiti dello studio preliminare per l'Isarco a Le Cave, eseguito dall'Ufficio opere idrauliche della Provincia di Bolzano, effettuato presso il ponte Plunger (vedi Tabella 2). In

In dieser Studie sind die Hochwassermengenwerte in einem 150 jährigen Zeitabstand aufgezeigt. Bei der Berechnung dieser Durchflussmengen sind bereits die Abflusszunahmen, welche aus dem Mitreißen von losem Material entstehen, berücksichtigt.

questo studio sono riportati i valori di portata di piena fino ad una periodicità 150ennale. Nel calcolo di queste portate sono stati già considerati gli incrementi di deflusso dovuti al trasporto di materiale solido.

Tr [anni]	Q max [mc/s]
30	545
100	647
150	700

Tabelle 2: Eisack Hochwassermengen (Wasserabfluss mit teilweise festem Material).

Tabella 2 Portate di piena dell'Isarco (deflusso idrico e quota parte di materiale solido).

Zur Simulation sind die in Tabelle 2 aufgezeigten Durchflussmengen benutzt worden, weil sie vorsichtiger sind.

Per le simulazioni sono state utilizzate le portate riportate in tabella 2 in quanto più cautelative.

In Bezug auf der zur benutzenden Wiederkehrzeit ist, auf Anweisung des Amts für Wasserschutzbauten der Provinz Bozen, benutzt worden:

Per quanto riguarda il tempo di ritorno da utilizzare, su indicazione dell'ufficio opere idrauliche della provincia di Bolzano, si è utilizzato:

- Wiederkehrzeit von 30 Jahren für die zur Ablagerung der Aushubmaterialien bestimmten Bereiche;
- Wiederkehrzeit von 100 Jahren für die als Basislager für die zuständigen Arbeiter bestimmten Bereiche.
- Tempo di ritorno 30 anni per le aree adibite a deposito dei materiali di risulta degli scavi;
- Tempo di ritorno 100 anni per le aree destinate ai campi base a disposizione degli addetti ai lavori.

3 HYDRAULISCHE ANALYSE

3.1 EINFÜHRUNG

Aus den uns zu Verfügung stehenden Erhebungen ist ein geeignetes geometrisches Modell gebildet worden, zur Entwicklung der Hochwasserabfluss-Simulationen bei Dauerbewegung.

Die getroffenen Wahlen, mit besonderem Bezug zur Anwendung der Umrandungsbedingungen, sind, in Hinblick auf das Anstreben des Gebietswasserschutzes, als vorsichtig zu berücksichtigen.

3.2 BESCHREIBUNG DER BERECHNUNGS SOFTWARE

3.2.1 Haupteigenschaften

Für die Simulationen der Hochwasserabflüsse bei feststehender eindimensionaler Bewegung ist die Berechnungssoftware Hec-Ras benutzt worden, (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System), Version 4.1 (ausgestellt im Januar 2010), entwickelt vom Hydrologic Engineering Center der U.S. Army Corps of Engineers. Hec-Ras ist ein integriertes Softwaresystem zur interaktiven Nutzung in einem Mehrbenutzerbereich; es besteht aus folgenden Modulen:

- Grafische Schnittstelle;
- Routinen für die hydraulische Analyse;
- Routinen zur Datenspeicherung und -verarbeitung;
- Routinen zur grafischen Gestaltung und Präsentation der Ergebnisse.

Das Programm kann ein gesamtes Kanalnetz verwalten, ein Stammbaum-System oder ein einzelner Zweig; es ist in der Lage eine Dauerbewegung bei langsamer, schneller oder gemischte Strömung zu modellieren.

Das bei den Berechnungen benutzte Verfahren basiert auf der Lösung der eindimensionalen Energiegleichung; die bewerteten Lastverluste sind die verteilten (Manning Gleichung) und die lokalisierten, welche von der Schrumpfung oder Ausdehnung der Flüssigkeit erzeugt werden (mittels eines Koeffizienten der die Änderung der Kinetik Höhe multipliziert).

Die Gleichung der Mengenbewegung wird an den Stellen benutzt wo das Wasseroberflächenprofil plötzliche Änderungen erleidet; dies geschieht bei gemischter Strömung an Durchgangsstellen von schneller zu langsamen Strömung auf Höhe der Brücken und Schächte, sowie in Nähe des Zusammenfließen von Flüssen.

3 ANALISI IDRAULICA

3.1 INTRODUZIONE

Dai rilievi in nostro possesso si è proceduto alla costruzione di un idoneo modello geometrico volto allo sviluppo delle simulazioni del deflusso di piena in condizione di moto permanente.

Le scelte fatte, con particolare riferimento all'adozione delle condizioni al contorno, devono considerarsi cautelative nell'ottica del perseguimento della tutela idraulica del territorio attraversato.

3.2 DESCRIZIONE DEL SOFTWARE DI CALCOLO

3.2.1 Caratteristiche principali

Per le simulazioni del deflusso di piena in condizioni di moto stazionario monodimensionale è stato utilizzato il software di calcolo Hec-Ras (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System), versione 4.1 (rilasciata nel Gennaio 2010), sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dello U.S. Army Corps of Engineers. Hec-Ras è un sistema integrato di software, progettato per uso interattivo in un ambiente multiutente; esso risulta costituito dai seguenti moduli:

- interfaccia grafica;
- routines per l'analisi idraulica;
- routines di memorizzazione e gestione dati;
- routines di graficizzazione e presentazione dei risultati.

Il programma può gestire un'intera rete di canali, un sistema ad albero o un singolo ramo; esso è in grado di modellare il moto permanente in regime di corrente lenta, veloce o regime misto.

La procedura utilizzata nei calcoli si basa sulla soluzione dell'equazione monodimensionale dell'energia; le perdite di carico valutate sono quelle distribuite (equazione di Manning) e quelle localizzate causate dalla contrazione o espansione della vena liquida (tramite un coefficiente che moltiplica la variazione dell'altezza cinetica).

L'equazione della quantità di moto è utilizzata nei punti dove il profilo del pelo libero subisce brusche variazioni; ciò si verifica: in condizione di regime misto, nei punti di passaggio da corrente veloce a lenta, in corrispondenza dei ponti e dei tombini oppure nei pressi delle confluenze fra corsi d'acqua.

Nei calcoli possono essere considerati gli effetti di punti singolari quali ponti, tombini di varia forma e con aperture singole o multiple, soglie sfioranti e paratoie; inoltre si possono confrontare e valutare direttamente gli effetti indotti

Bei den Berechnungen können die Wirkungen einzelner Punkte wie Brücken, verschieden förmige Schächte mit Einzel- oder Mehröffnungen, Überläufe und Schleusen erfasst werden; außerdem kann man direkt die Wirkungen einer hydraulischen Regelung (Neuprofilierung oder Eindämmung) vergleichen und bewerten, indem man auf denselben Gewässerquerschnitten die Spur der Wasseroberfläche nach und vor dem Bau abträgt.

Durch Nutzung des iterativen Verfahrens bestimmt die Software das Profil der Dauerbewegung indem folgende Gleichung gelöst wird:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (3.1)$$

wobei:

Y_1, Y_2 = Wasserhöhe im Querabschnitt;

Z_1, Z_2 = Bodenquote im Querabschnitt;

V_1, V_2 = Durchschnittsgeschwindigkeit im Querabschnitt;

α_1, α_2 = Coriolis Koeffizient;

g = Gravitationsbeschleunigung 9.8 m/s²;

h_e = Gesamtlastverlust zwischen den Schnitten 1 und 2.

Die Lastverluste zwischen den zwei Schnitten schließen sowohl die lokalisierte als auch die verteilte Ableitung ein; die Gleichung ist folgende:

$$h_e = L S_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (3.2)$$

wobei:

L := Abstand unter den zwei angrenzenden Schnitten 1 u. 2;

S_f = Neigung der Energielinie;

C = Koeffizient der lokalisierten Lastverluste.

Zur Bestimmung der Treibneigung S_f berechnet das Programm den Gesamtleitwert des Querschnitts, indem es den Leitwert sämtlicher Teile des Querschnitts zwischen zwei anstoßenden Stellen addiert. Der Leitwert kann so beschrieben werden:

$$Q = K \sqrt{S_f} \quad (3.3)$$

wobei:

$K = 1.486 * A * R^{2/3} / n$ = Leitwert des berücksichtigten Hochwasserbettstücks;

da eine sistemazione idraulica (riprofilatura o arginatura) riportando sulle stesse sezioni trasversali del corso d'acqua la traccia del pelo libero nelle condizioni post-operam e ante-operam.

Utilizzando il procedimento iterativo il software determina il profilo di moto permanente risolvendo la seguente equazione:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (3.1)$$

dove:

Y_1, Y_2 = altezza d'acqua nella sezione trasversale;

Z_1, Z_2 = quota del fondo nella sezione trasversale;

V_1, V_2 = velocità media nella sezione trasversale;

α_1, α_2 = coefficiente di Coriolis;

g = accelerazione gravitazionale 9.8 m/s²;

h_e = perdita di carico totale tra le sezioni 1 e 2.

Le perdite di carico tra due sezioni comprendono sia la dissipazione localizzata che quella distribuita; l'equazione è la seguente:

$$h_e = L S_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (3.2)$$

dove è:

L : distanza tra le due sezioni contigue 1 e 2;

S_f : pendenza della linea dell'energia;

C : coefficiente per le perdite di carico localizzate.

Per la determinazione del valore della pendenza motrice S_f il programma calcola la conduttanza totale della sezione trasversale sommando la conduttanza di tutte le parti della sezione trasversale comprese fra due punti contigui. La conduttanza può essere così definita:

$$Q = K \sqrt{S_f} \quad (3.3)$$

dove:

$K = 1.486 * A * R^{2/3} / n$ = conduttanza della porzione di golena considerata;

n = Mannings Rauheitskoeffizient;

A = hydraulische Querschnittsfläche;

R = hydraulischer Radius.

Zur Bestimmung des lokalisierten Lastverlusts bewertet das Programm die Änderung des Kinetik Bestandteils zwischen zwei angrenzenden Schnitten und multipliziert diesen durch den Schrumpfung-/Ausdehnungskoeffizienten der Flüssigkeit.

Hec-Ras ist in der Lage den Energieverlust zu berechnen, welcher aufgrund von Brücken und/oder Unterführungen entsteht, indem diese in drei separate Teile getrennt werden: der erste stellt den Verlust dar, den man in der Strecke direkt talwärts der Einrichtung hat wo die Flussausbreitung ist, der zweite in der Einrichtung selbst und der dritte in der Strecke direkt bergwärts der Mündung, wo die Flüssigkeit schrumpft.

Das vom Programm befolgte Verfahren zur Bestimmung des Wasserprofils kann so schematisiert werden:

- Schritt 1 - Übernahme der Wasseroberflächenquote im Berg- oder Talabschnitt, je nachdem ob man bei schneller oder langsamer Strömung handelt;
- Schritt 2 - anhand der angenommenen Wasserhöhe berechnet man die Durchschnittsgeschwindigkeit im Abschnitt sowie den Gesamtleitwert;
- Schritt 3 - mit den aus Schritt b erreichten Werten berechnet man den S_f Wert und löst die Gleichung (3.2);
- Schritt 4 - mit den aus Schritt b und c erzielten Werten berechnet man die Wasseroberflächenquote indem man die Gleichung löst (3.1);
- Schritt 5 - man vergleicht die angenommene Wasseroberflächenquote aus Schritt a mit der aus Schritt d, und wenn der Unterschied nicht über der verbindlichen Toleranz liegt, fängt man wieder bei Schritt a an, mit Einführung einer gleichen Wasseroberflächenquote wie bei der zuvor gehenden Iteration, welche um 70% des erreichten Unterschieds zwischen berechneten und angenommenen Quote erhöht wird. Die zur Bestimmung der End-Wasseroberflächenquote benutzte Methode ist die der Sekante.

3.2.2 Anwendung der Erhaltungsgleichung der Bewegungsmenge

In alternative zur Gleichung der Energiebilanz und typischerweise für nicht lineare Strömungsstrecken (Wasserwechselsprünge, Brücken, Flussmündungen, usw.) wird die Gleichung der Bewegungsmengenbilanz genutzt:

n = coefficiente di scabrezza di Manning;

A = area della sezione idrica;

R = raggio idraulico.

Per la determinazione delle perdite di carico localizzate il programma valuta la variazione del termine cinetico tra due sezioni contigue e lo moltiplica per il coefficiente di contrazione/espansione della vena liquida.

Hec-Ras è in grado di calcolare la perdita di energia dovuta a ponti e/o sottopassi suddividendoli in tre parti distinte: la prima rappresenta la perdita che si ha nel ramo immediatamente a valle della struttura dove avviene l'espansione del flusso, la seconda nella struttura stessa e la terza nel ramo immediatamente a monte dell'imbocco dove la vena liquida subisce la contrazione.

La procedura seguita dal programma per la definizione del profilo idrico risulta così schematizzabile:

- step 1 - acquisizione della quota del pelo libero nella sezione di monte o valle a seconda che si operi in regime di corrente veloce o lenta;
- step 2 - in base all'altezza d'acqua assunta si calcola la velocità media nella sezione e la conduttanza totale;
- step 3 - con i valori derivanti dallo step b si calcola il valore di S_f e si risolve l'equazione (3.2);
- step 4 - con i valori derivanti dallo step b e c ricava la quota del pelo libero risolvendo l'equazione (3.1);
- step 5 - si paragona la quota del pelo libero assunto nello step a con quello derivante dallo step d e se la differenza non è superiore alla tolleranza imposta si riprende dallo step a imponendo una quota del pelo libero pari alla quota dell'iterazione precedente maggiorata del 70% della differenza ottenuta fra la quota calcolata e quella assunta. Il metodo usato per la determinazione della quota definitiva del pelo libero è quello della secante.

3.2.2 Applicazione dell'equazione della conservazione della quantità di moto

In alternativa all'equazione di bilancio energetico, e tipicamente per tratti di non linearità della corrente (risalti idraulici, ponti, confluenze, etc.), viene utilizzata l'equazione di bilancio di quantità di moto, nella forma:

$$P_1 - P_2 + W_x - F_f = Q \rho \Delta V_x \quad (3.4)$$

wobei:

P = Kräfte des hydrostatischen Druck in Abschnitt 1 u. 2;

W_x = Gewichtskraft in Richtung x;

F_f = Reibungskraft zwischen den Abschnitten 1 und 2;

Q = Durchflussmenge;

ρ = Wasserdichte;

ΔV_x = Geschwindigkeitsänderung zwischen Abschnitte 1 und 2, in Richtung x;

bei:

$$P = \gamma A Y \cos \theta \quad (3.5)$$

mit:

γ = spezifisches Gewicht des Wassers;

A = Abflussfläche;

Y = Schwerpunktversenkung des Strömungsabschnitts;

$$W_x = \gamma \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) L \sin \theta \quad (3.6)$$

mit:

L = Abstand zwischen den zwei sukzessiven Schnitten;

$$\sin \theta = \frac{Z_1 - Z_2}{L} \quad (3.7)$$

Z_i = Bodenquote des Schnitts i-ente;

mit:

$$F_f = \tau P L \quad (3.8)$$

τ = oberflächliche Reibungsspannung;

P = Entwicklungsmittelwert des nassen Umrisses von Abschnitt 1 u. 2;

$$\tau = \gamma R S_f \quad (3.9)$$

wobei:

R = hydraulischer Radius;

S_f = hydraulisches Gefälle.

$$P_1 - P_2 + W_x - F_f = Q \rho \Delta V_x \quad (3.4)$$

dove:

P = forze dovute alla pressione idrostatica nelle sezioni 1 e 2;

W_x = forza peso nella direzione x;

F_f = forza di attrito tra le sezioni 1 e 2;

Q = portata;

ρ = densità dell'acqua;

ΔV_x = variazione di velocità tra le sezioni 1 e 2, nella direzione x;

essendo:

$$P = \gamma A Y \cos \theta \quad (3.5)$$

con:

γ = peso specifico dell'acqua;

A = area di deflusso;

Y = affondamento del baricentro della sezione della corrente;

$$W_x = \gamma \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) L \sin \theta \quad (3.6)$$

con:

L = distanza tra le due sezioni successive;

$$\sin \theta = \frac{Z_1 - Z_2}{L} \quad (3.7)$$

Z_i = quota fondo della sezione i-esima;

con:

$$F_f = \tau P L \quad (3.8)$$

τ = tensione superficiale d'attrito;

P = sviluppo medio del contorno bagnato nelle sezioni 1 e 2;

$$\tau = \gamma R S_f \quad (3.9)$$

dove:

R = raggio idraulico;

S_f = gradiente idraulico.

4 BASISLAGER SACHSENKLEMMEN UND FRANZENSFESTE

4.1 DURCHFLUSSMENGE UND UMRANDUNGSBEDINGUNGEN

Der benutzte Durchflussmengenwert, wie bereits in Kapitel 2 erklärt, besteht aus $647 \text{ m}^3/\text{s}$ bzgl. einer Wiederkehrzeit von 100 Jahren.

Anhand der geographischen Lage der zwei Bereiche und dem Vorkommen einer Talsperre hat man sich für eine einzige Studie entschlossen.

4 CAMPO BASE DI SACHSENKLEMMEN E DI FORTEZZA

4.1 PORTATA E CONDIZIONI AL CONTORNO

Il valore di portata utilizzato, come già spiegato nel capitolo 2, è di $647 \text{ m}^3/\text{s}$ con riferimento ad un tempo di ritorno di 100 anni.

Data la posizione geografica delle due aree e la presenza di una diga a valle, si è scelto di effettuare un unico studio.

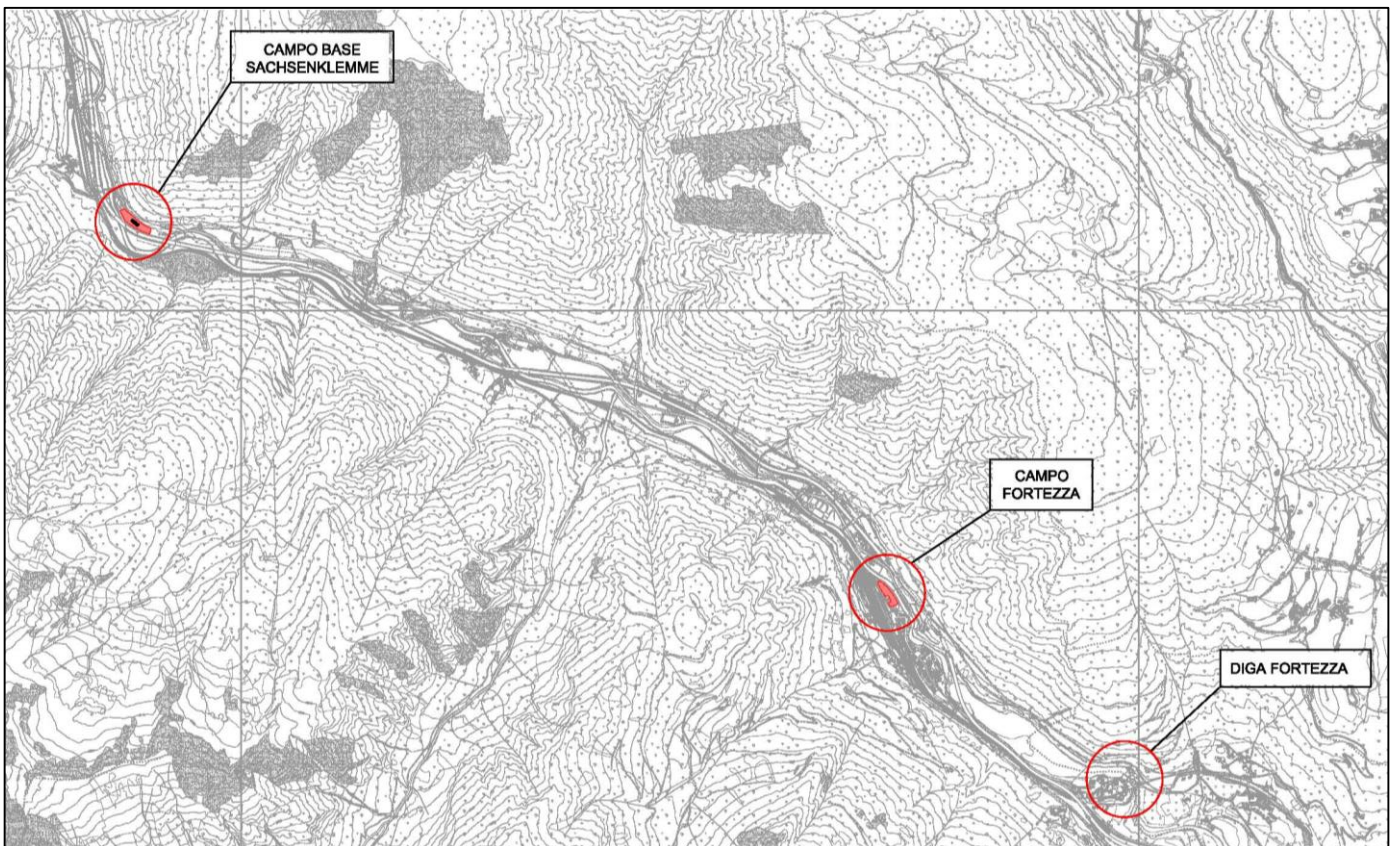


Abbildung 1: Standort der Basislager und der Talsperre von Franzensfeste

Die als Bezug dienenden Abschnitte sind von der Geländeaufnahme entnommen worden. Auf diese ist eine Achse gezeichnet worden von der aus, mit einem fast konstanten Abstand von 100 m, Querschnitte gewonnen wurden. Anhand der mäandrischen Entwicklung des Wasserlaufs hat man sich entschlossen alle Abschnitte, insgesamt 83, einzufügen, um möglichst viele Informationen über deren Geometrie einschließen zu können.

Figura 1 Posizione dei campi base e della diga di Fortezza.

Le sezioni prese a riferimento sono state estratte a partire dal rilievo topografico e celerimetrico del territorio. Su questo è stato tracciato un asse a partire dal quale, a distanza pressoché costante di 100 m, sono state estratte delle sezioni trasversali. Dato lo sviluppo meandriforme del corso d'acqua si è scelto di inserire tutte le sezioni, per un totale di 83, in modo da poter includere più informazioni possibili sulla geometria dello stesso.

Il campo base di Sachsenklemme si trova in sinistra idraulica del fiume e si sviluppa tra le sezioni 143 e 137.

Das Basislager Sachsenklemme befindet sich linksseitig des Flussufers und entwickelt sich zwischen den Abschnitten 143 und 137.

In Bezug auf die Eigenschaften des Eisack Flusses in der erfassten Strecke sind folgende Rauheitswerte benutzt worden (ausgedrückt durch den Manning Koeffizient):

- $0.10 \text{ s/m}^{1/3}$ für den umliegenden Boden,
- $0.033 \text{ s/m}^{1/3}$ für die mit Steinen verkleideten Böschungen,
- $0.05 \text{ s/m}^{1/3}$ für das Flussbett.

Der Fluss zeigt sich, unter den untersuchten Flächen, in der ersten Strecke mit einem schwachen Gefälle, in Abschnitt 101 ist ein starker Gefällwechsel und das Gefälle wird stark.

In der Endstrecke fließt der Fluss in den Stausee von Franzensfeste, dessen Höchstregulierungsquote auf 722.50 m ü.d.M. liegt (Höchstquote welche vom Beckenwasser im Falle eines gravierendsten vorgesehenen Hochwasserfalls erreicht werden kann).

- Bedingung an der Bergumrandung: man ist von einer Strömungshöhe ausgegangen, welche dem kritischen Zustand entspricht.
- Bedingung an der Talumrandung: zur Beobachtung der möglichen Wirkungen auf das Bergprofil hat man als Talumrandungsbedingung die Höchstquote des Stausees von Franzensfeste, 725.50 m ü.d.M., eingeführt.

Il campo base di Fortezza si trova in destra idraulica e si sviluppa dalla sezione 77 alla 73.

In relazione alle caratteristiche del Fiume Isarco nel tratto considerato sono stati utilizzati i seguenti valori di scabrezza (espressa mediante il coefficiente n di Manning):

- $0.10 \text{ s/m}^{1/3}$ per il terreno circostante,
- $0.033 \text{ s/m}^{1/3}$ per le scarpate rivestite da massi,
- $0.05 \text{ s/m}^{1/3}$ per il fondo del fiume.

Il fiume, tra le aree oggetto di studio, si presenta per il primo tratto a debole pendenza, intorno alla sezione 101 vi è un forte cambio di pendenza e diviene a forte pendenza.

Nel tratto finale il fiume si getta nel bacino artificiale di Fortezza, la cui quota di massima regolazione è pari a 722.50 m.s.l.m. e la quota di massimo invaso è 725.50 m.s.l.m. (quota massima a cui può giungere il livello d'acqua dell'invaso ove si verifichi il più gravoso evento di piena previsto).

- Condizione al contorno di monte: si è posta una altezza della corrente pari a quella di stato critico.
- Condizione al contorno di valle: per vedere quali effetti potrebbe produrre sul profilo a monte, si è impostato come condizione al contorno di valle la quota di massimo invaso del bacino di Fortezza, 725.50 m.s.l.m.

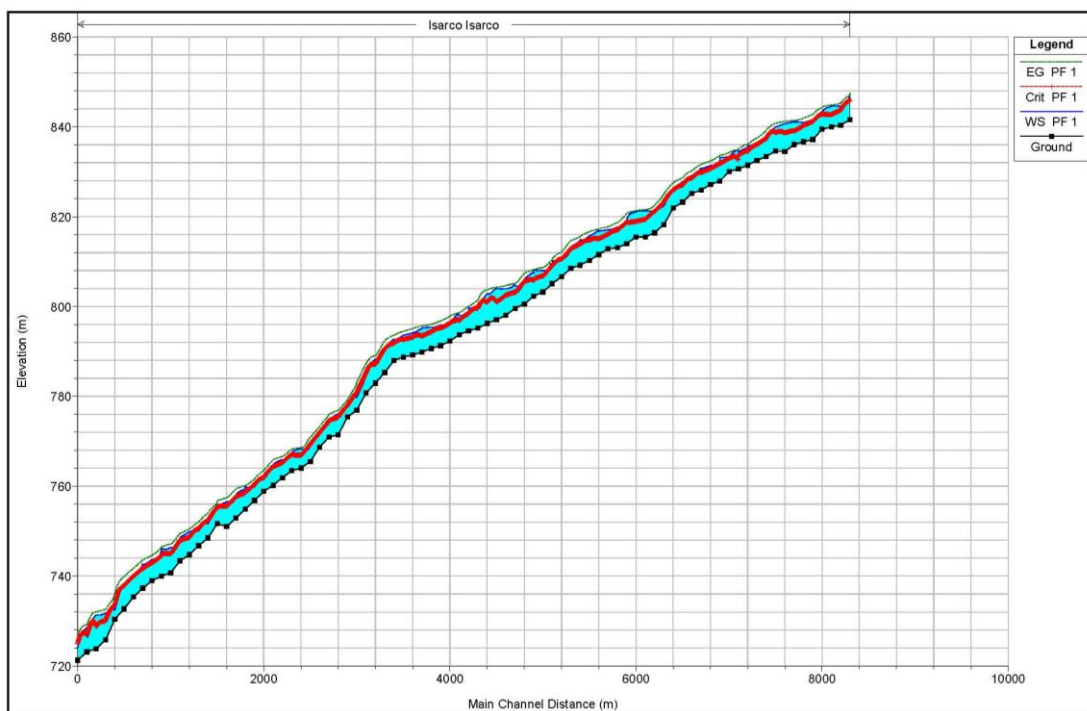


Abbildung 2: Hochwasserprofil. Simulation mit Q (Tr 100 Jahre).

Figura 2 Profilo di piena. Simulazione con Q (Tr 100 anni).

4.2 HYDRAULISCHE ÜBERPRÜFUNG DER ÜBERFLUTBAREN FLÄCHEN
BASISLAGER SACHSENKLEMMER

Nach Erzielung der hydrometrischen Niveaus der Querschnitte, hat man das Ganze auf die Karten übertragen, um die Flächen zu profilieren, welche potentiell von der Eisack Fluss Überflutung betroffen sind.

4.2 VERIFICA IDRAULICA AREE ALLAGABILI
CAMPO BASE DI SACHSENKLEMMER

Ottenuti i livelli idrometrici nelle sezioni trasversali, si è proceduto a riportare il tutto sulla cartografia in modo da delineare le aree che sono potenzialmente interessate dall'esondazione del Fiume Isarco.

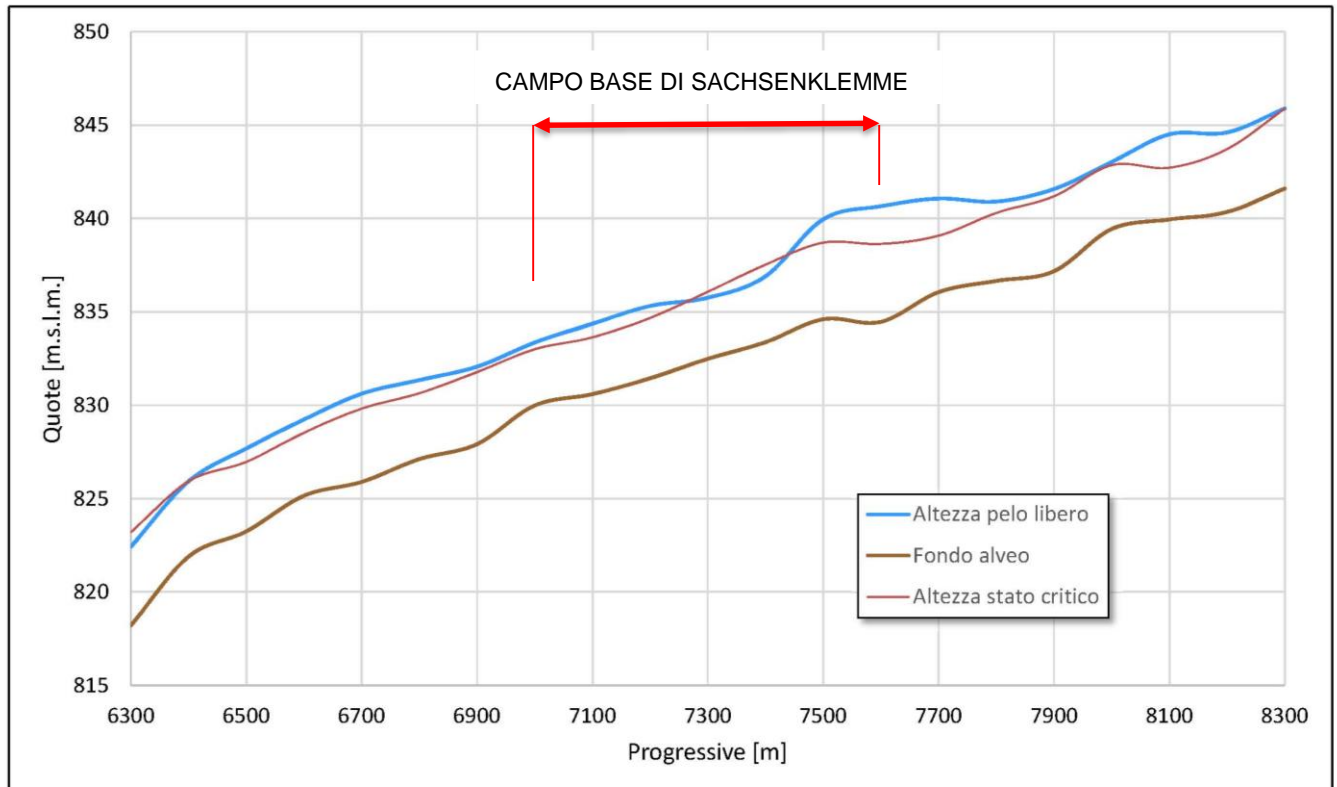


Abbildung 3: Profil der Wasseroberfläche bzgl. des Basislagers Sachsenklemme

Figura 3 Profilo del pelo libero riferito al campo base di Sachsenklemme.

Die uns zur Verfügung stehende Erhebung berücksichtigt nicht das bestehende Gebäude bergwärts des Basislagers, daher erweist sich die Überflutung ausgedehnter als was sie potentiell sein könnte.

Das Lager ist fast zur Gänze vom Autobahndamm geschützt, es bleibt nur ein kleiner Teil am Autobahnviadukt über dem Eisack unbedeckt.

Aus einem Vergleich der hydrometrischen Quoten mit den Karten schließt man, dass nur dieser letzte Teil geschützt werden muss. Der geplante Damm wird vom Autobahndamm weiterlaufen, um an der bestehenden Grenzmauer zu enden.

Il rilievo in nostro possesso non tiene conto dell'edificio esistente posto a monte del campo base, per cui in quest'area l'esondazione registrata risulta essere più estesa di quello che potenzialmente potrebbe essere.

Il campo è protetto quasi interamente dal rilevato autostradale, rimane scoperta solo una piccola parte in corrispondenza del viadotto dell'autostrada sull'Isarco.

Da un confronto delle quote idrometriche e la cartografia si conclude che solo quest'ultima parte necessita di essere protetta. L'argine in progetto darà continuità al rilevato autostradale fino a chiudersi sul muro perimetrale esistente.

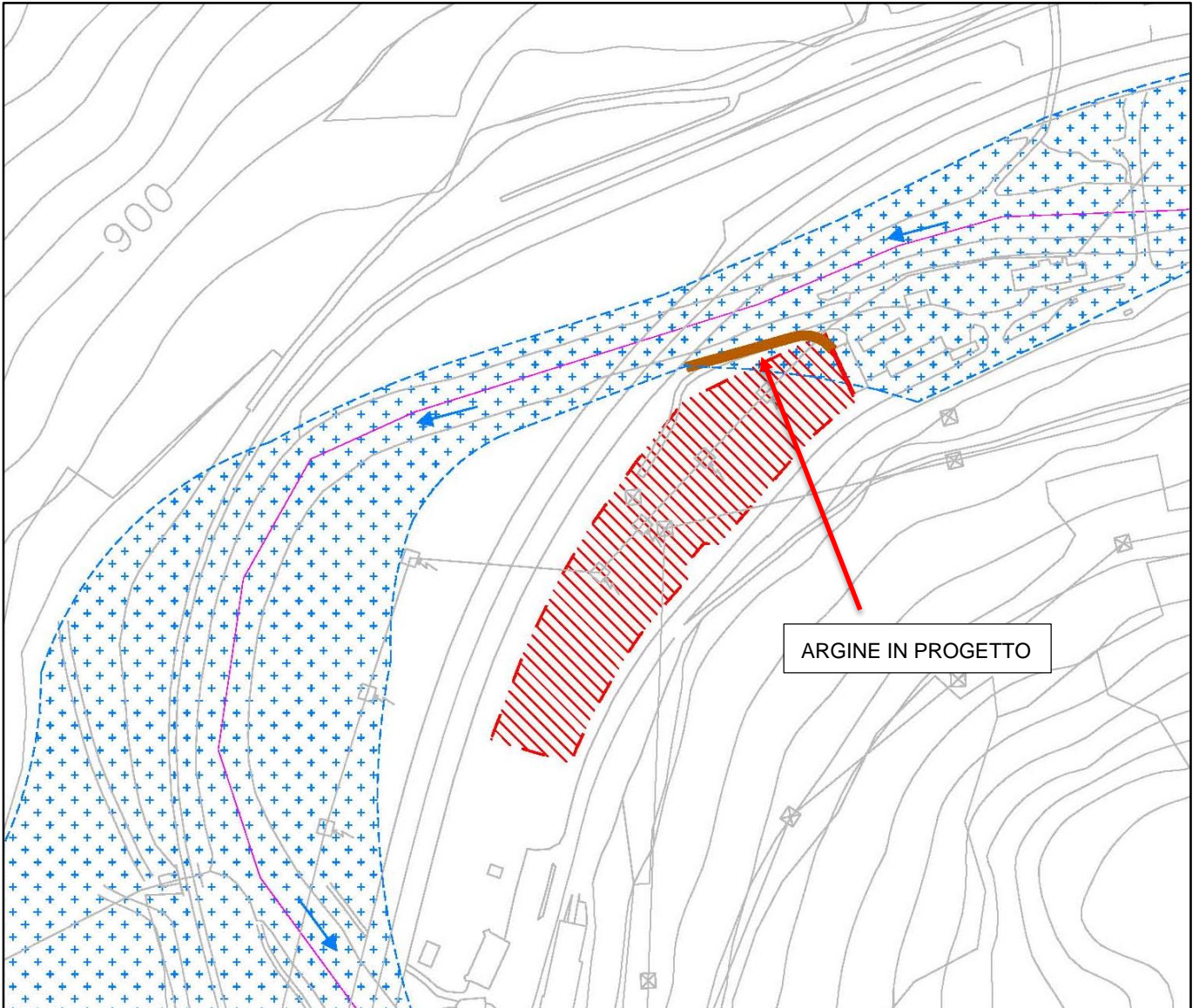


Abbildung 4: Überflutbare Flächen. Basislager Sachsenklemme

Figura 4 Aree allagabili. Campo base di Sachsenklemme.

Abbildung 4 zeigt die Beschaffenheit des Basislagers Sachsenklemme:

L'immagine 4 mostra quale sia la configurazione del campo base di Sachsenklemme:

- die rote Schraffur zeigt die vom geplanten Basislager besetzte Fläche,
- die blaue Schraffur hebt das von der Eisackfluss Überflutung betroffene Gebiet hervor, bei einem Höchstwert des Hochwassers mit Wiederkehrzeit von 100 Jahren,
- die rote Fettklinie zeigt die bestehende Grenzmauer,
- die braune Fettklinie zeigt den Standort und die Entwicklung des geplanten neuen Damms.

- Il tratteggio rosso rappresenta l'area occupata dal campo base in progetto,
- il retino blu evidenzia l'area interessata dall'esonazione del Fiume Isarco utilizzando il valore della portata di massima piena con tempo di ritorno 100 anni,
- la linea in spessore rosso indica il muro perimetrale esistente,
- la linea in spessore marrone indica la posizione e lo sviluppo del nuovo argine in progetto.

4.3 HYDRAULISCHE ÜBERPRÜFUNG DER ÜBERFLUTBAREN FLÄCHEN
BASISLAGER FRANZENSFESTE

Nach Erzielung der hydrometrischen Niveaus der Querschnitte, hat man das Ganze auf die Karten übertragen, um die Flächen zu profilieren, welche potentiell von der Eisack Fluss Überflutung betroffen sind.

4.3 VERIFICA IDRAULICA AREE ALLAGABILI
CAMPO BASE DI FORTEZZA

Ottenuti i livelli idrometrici nelle sezioni trasversali, si è proceduto a riportare il tutto sulla cartografia in modo da delineare le aree che sono potenzialmente interessate dall'esondazione del Fiume Isarco.

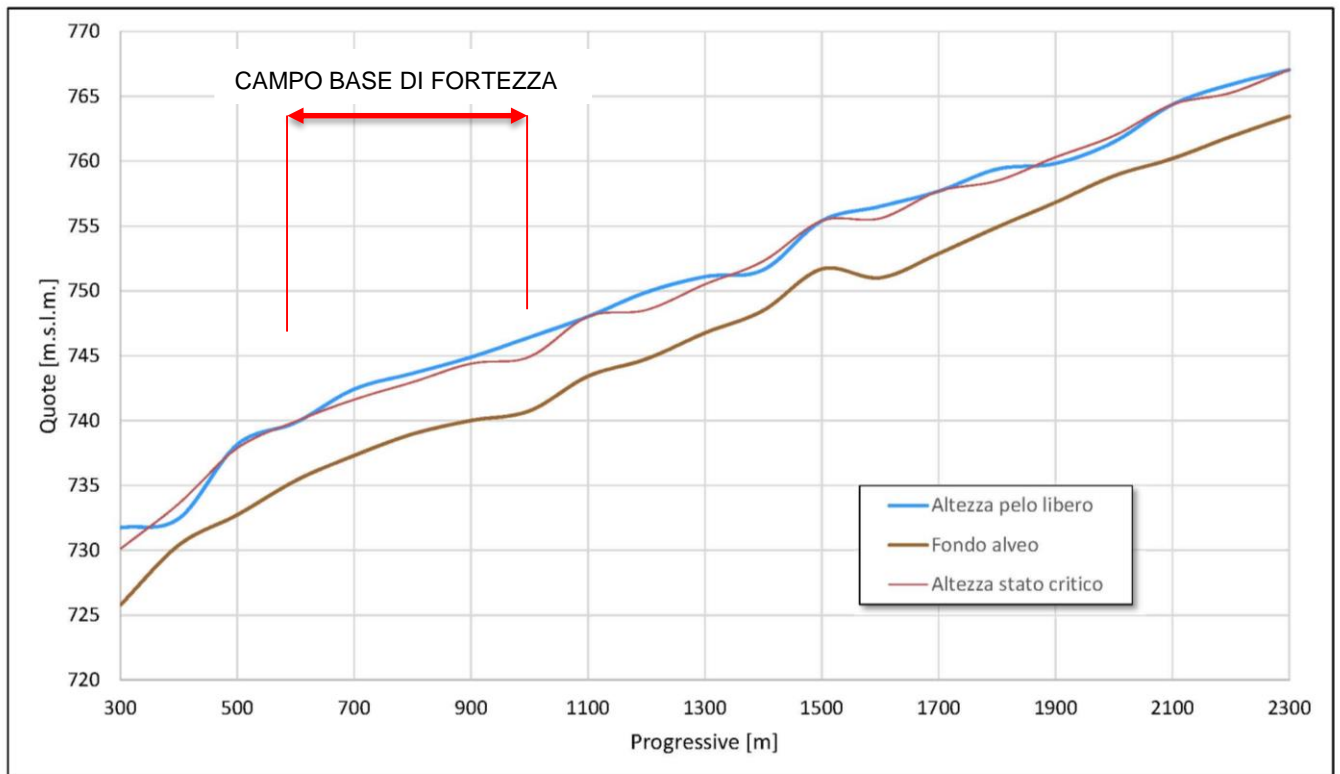


Abbildung 5: Profil der Wasseroberfläche bzgl. des Basislagers Franzensfeste

Figura 5 Profilo di pelo libero riferito al campo base di Fortezza.

Der Bereich, Gegenstand der Studie, erweist als vollkommen überflutet sich, wie man in Abbildung 6 sehen kann, daher muss sich der geplante Damm entlang dessen gesamte Entwicklung erstrecken.

Im Norden wird sich der geplante Damm mit den bestehenden des Radfahrwegdamms verbinden, während im Süden wird er sich an den bestehenden Damm anschließen, wo dieser sich als ausreichend zur Eindämmung eines hundertjährigen Hochwassers erweist.

L'area oggetto dello studio, come si può vedere dalla figura 6, risulta totalmente sommersa, per cui l'argine in progetto dovrà estendersi per il suo intero sviluppo.

A nord il rilevato in progetto si raccorderà con il rilevato esistente della pista ciclabile, mentre a sud si andrà a raccordare con l'argine esistente ove risulta sufficiente per contenere la piena centennale.

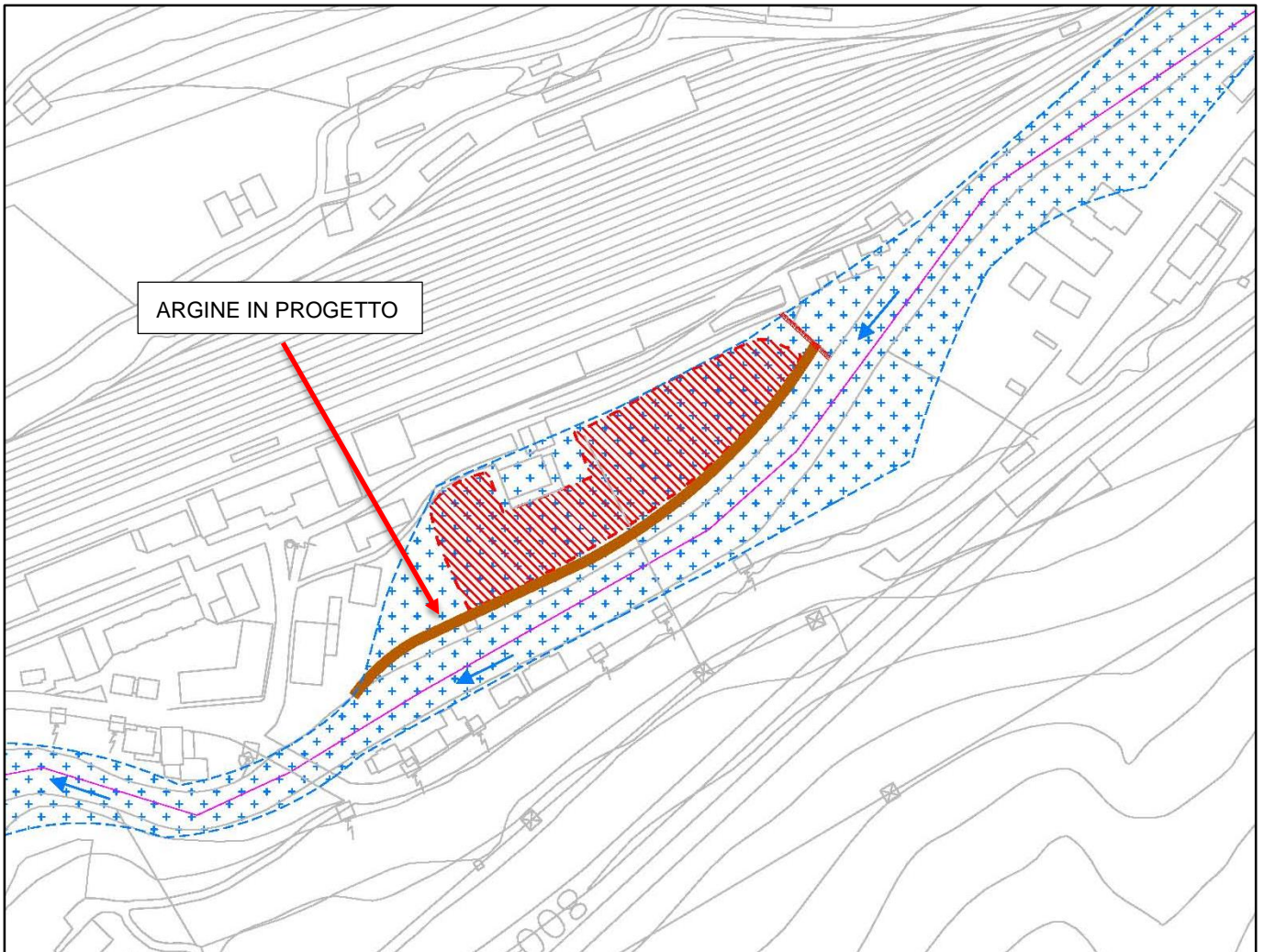


Abbildung 6: Überflutbare Flächen. Basislager Franzensfeste

Figura 6 Aree allagabili. Campo base di Fortezza.

Abbildung 6 zeigt die Beschaffenheit des Basislagers Franzensfeste:

L'immagine 6 mostra quale sia la configurazione del campo base di Fortezza:

- die rote Schraffur zeigt wo sich das neue Basislager entwickeln wird,
- die blaue Schraffur hebt das von der Eisackfluss Überflutung betroffene Gebiet hervor, bei einem Höchstwert des Hochwassers mit Wiederkehrzeit von 100 Jahren,
- die braune Fettlinie zeigt den Standort und die Entwicklung des geplanten neuen Damms.

- Il tratteggio rosso rappresenta l'area dove si svilupperà il nuovo campo base,
- il tratteggiato blu evidenzia l'area interessata dall'esonazione del Fiume Isarco utilizzando il valore della portata di massima piena con tempo di ritorno 100 anni,
- la linea in spessore marrone indica la posizione e lo sviluppo del nuovo argine in progetto.

5 VERZEICHNISSE

5.1 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Empirisch bestimmte Hochwassermengen mit der VaPi-Methode.	4
Tabelle 2: Eisack Hochwassermengen (Wasserabfluss mit teilweise festem Material).....	5

5.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Standort der Basislager und der Talsperre von Franzensfeste	10
Abbildung 2: Hochwasserprofil. Simulation mit Q (Tr 100 Jahre).....	11
Abbildung 3: Profil der Wasseroberfläche bzgl. des Basislagers Sachsenklemme	12
Abbildung 4: Überflutbare Flächen. Basislager Sachsenklemme.....	13
Abbildung 5: Profil der Wasseroberfläche bzgl. des Basislagers Franzensfeste.....	14
Abbildung 6: Überflutbare Flächen. Basislager Franzensfeste	15

5.3 REFERENZDOKUMENTE

5.3.1 Eingangsdokumente

5.3.1.1	Ausführungsprojekt Baulos Mauis 2-3
[1]	02_H61_GD_992_GLS_D0700_13016 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauis 2-3 - Allgemeine geologie, geotechnik, seismik und hydrogeologie - Zusammenfassung der geologischen und hydrogeologischen Informationen
5.3.1.2	Normen und Richtlinien
[2]	Ministerium der Öffentlichen Arbeiten - M.D. 14.01.2008 - "Technische Normen für Bauwerke".
5.3.1.3	Bibliografie
[3]	D. Citrini, G. Nosedà, Idraulica, Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 1976
[4]	Luigi Da Deppo, Claudio Datei, Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali, Editoriale Bios, 1999

5 ELENCHI

5.1 ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1 Portate di piena dell'Isarco valutate empiricamente con il metodo VaPi.	4
Tabella 2 Portate di piena dell'Isarco (deflusso idrico e quota parte di materiale solido).....	5

5.2 ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI

Figura 1 Posizione dei campi base e della diga di Fortezza.....	10
Figura 2 Profilo di piena. Simulazione con Q (Tr 100 anni). 11	
Figura 3 Profilo del pelo libero riferito al campo base di Sachsenklemme.	12
Figura 4 Aree allagabili. Campo base di Sachsenklemme. .	13
Figura 5 Profilo di pelo libero riferito al campo base di Fortezza.....	14
Figura 6 Aree allagabili. Campo base di Fortezza.	15

5.3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

5.3.1 Documenti in ingresso

5.3.1.1	Progetto Esecutivo Lotto Mules 2-3
[1]	02_H61_GD_992_GLS_D0700_13016 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Geologia, geotecnica, sismica e idrogeologia - Sintesi delle informazioni geologiche e idrogeologiche
5.3.1.2	Normative e linee guida
[2]	Ministero dei LL.PP.- D.M. 14.01.2008 - "Norme tecniche per le Costruzioni".
5.3.1.3	Bibliografia
[3]	D. Citrini, G. Nosedà, Idraulica, Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 1976
[4]	Luigi Da Deppo, Claudio Datei, Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali, Editoriale Bios, 1999

5.3.2 Ausgangsdokumente

- [5] 02_H61_WB_993_KRC_D0700_16001 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Hydraulik im untergrund - Allgemeiner Bericht Hydraulik
- [6] 02_H61_WB_993_KEN_D0700_16002 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Hydraulik im untergrund - Allgemeine schematische Darstellung des Drainagesystems und Profils
- [7] 02_H61_WB_993_KEN_D0700_16003 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Hydraulik im untergrund - Allgemeine schematische Darstellung des Bergwasser-Drainagesystems und Profils
- [8] 02_H61_WB_993_KEN_D0700_16004 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Hydraulik im untergrund - Allgemeine schematische Darstellung des Fahrbahntwässerungssystems und Profils
- [9] 02_H61_WB_993_KEN_D0700_16005 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Hydraulik im untergrund - Schematische Darstellung Bauphasedrainage
- [10] 02_H61_WB_993_KLP_D0700_16101-16114 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Hydraulik im untergrund - Lageplan hydraulische Planung
- [11] 02_H61_WB_993_KDP_D0700_16201 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Hydraulik im untergrund - Übergang von GL-D zu GL-MA - Ausschnitt Übersichtsplan und Schnitte
- [12] 02_H61_WB_993_KEN_D0700_16202-16234 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Hydraulikeinrichtungen-Querverbindungen
- [13] 02_H61_WB_993_KDP_D0700_16301-16303 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Hydraulik im untergrund - Hydraulische Details
- [14] 02_H61_WB_993_KDP_D0700_16315-16318 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Hydraulik im untergrund - Schächte Details
- [15] 02_H61_WB_993_KEN_D0700_16351-16355 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700:

5.3.2 Documenti in uscita

- [5] 02_H61_WB_993_KRC_D0700_16001 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione Esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Idraulica in sotterraneo - Relazione idraulica generale
- [6] 02_H61_WB_993_KEN_D0700_16002 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione Esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Idraulica in sotterraneo - Schema generale rete di drenaggio e profilo
- [7] 02_H61_WB_993_KEN_D0700_16003 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione Esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Idraulica in sotterraneo - Schema generale rete di drenaggio acque di falda e profilo
- [8] 02_H61_WB_993_KEN_D0700_16004 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione Esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Idraulica in sotterraneo - Schema generale rete di drenaggio acque di piattaforma e profilo
- [9] 02_H61_WB_993_KEN_D0700_16005 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione Esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Idraulica in sotterraneo - Schema di drenaggio in fase di costruzione
- [10] 02_H61_WB_993_KLP_D0700_16101-16114 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione Esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Idraulica in sotterraneo - Planimetria idraulica di progetto
- [11] 02_H61_WB_993_KDP_D0700_16201 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione Esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Idraulica in sotterraneo – Cambio di sezione da GL-D a GL-MA - Stralcio planimetrico e sezioni
- [12] 02_H61_WB_993_KEN_D0700_16202-16234 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione Esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Idraulica in sotterraneo – Sistemazioni idrauliche-Cunicoli trasversali
- [13] 02_H61_WB_993_KDP_D0700_16301-16303 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione Esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Idraulica in sotterraneo – Particolari idraulici
- [14] 02_H61_WB_993_KDP_D0700_16315-16318 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione Esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Idraulica in sotterraneo – Particolari pozzetti
- [15] 02_H61_WB_993_KEN_D0700_16351-16355 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione

- Baulos Muls 2-3 - Hydraulik im untergrund - Erkundungsstollen, Fensterstollen Muls und angrenzende Bauwerke
- Esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Idraulica in sotterraneo – Cunicolo Esplorativo, Finestra di Muls e opere annesse
- [16] 02_H61_WB_993_KEN_D0700_16401 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Hydraulik im untergrund - Lageplan und Schnitte Hydraulik-Bauwerke
- [16] 02_H61_WB_993_KEN_D0700_16401 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione Esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Idraulica in sotterraneo – Planimetria e sezioni opere idrauliche
- [17] 02_H61_WB_993_KSC_D0700_16402 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Hydraulik im untergrund - Sammelbecken - Schalung
- [17] 02_H61_WB_993_KSC_D0700_16402 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione Esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Idraulica in sotterraneo – Vasca di accumulo - Carpenteria
- [18] 02_H61_WB_993_KBW_D0700_16403 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Hydraulik im untergrund - Statische Berechnung Sammelbecken
- [18] 02_H61_WB_993_KBW_D0700_16403 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione Esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Idraulica in sotterraneo – Relazione di calcolo vasca di accumulo
- [19] 02_H61_WB_993_KST_D0700_16404 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Hydraulik im untergrund - Sammelbecken - Bewehrung
- [19] 02_H61_WB_993_KST_D0700_16404 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione Esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Idraulica in sotterraneo – Vasca di accumulo - Armatura