



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 Ablagerungen		WBS Depositi	
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 Iler S.r.l., Via G.B. Sammartini 5, 20125 Milano, Tel.: +39 026767911, Fax: +39 0287152612</small>		Generalplaner / Responsabile integrazioni prestazioni specialistiche 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>
Fachplaner / il progettista specialista Ing. Enrico Maria Pizzarotti Ord. Ingg. Milano N° A 29470		Fachplaner / il progettista specialista	
		Datum / Data	
Bearbeitet / Elaborato		30.01.2015	
Geprüft / Verificato		30.01.2015	
		Name / Nome	
		R. Zurlo	
		Gesellschaft / Società	
		Pro Iter	
		Borsani	
		Pro Iter	
 BBT <i>Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE</i>		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	
		-	
Staat Stato	Los Lotto	Einheit Unità	Nummer Numero
02	H61	EG	300
		Dokumentenart Tipo Documento	
		KTB	
		Vertrag Contratto	
		D0700	
		Nummer Codice	
		51060	
		Revision Revisione	
		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	ABLAGERUNG GENAUEN II	
4	DEPOSITO DI GENAUEN II	10
	4.1 DURCHFLUSSMENGE UND UMRANDUNGSBEDINGUNGEN	
	4.1 PORTATA E CONDIZIONI AL CONTORNO.....	10
	4.2 HYDRAULISCHE ÜBERPRÜFUNG DER ÜBERFLUTBAREN FLÄCHEN	
	4.2 VERIFICA IDRAULICA AREE ALLAGABILI.....	12
5	ABLAGERUNG HINTERRIGGER	
5	DEPOSITO DI HINTERRIGGER	15
	5.1 DURCHFLUSSMENGE UND UMRANDUNGSBEDINGUNGEN	
	5.1 PORTATA E CONDIZIONI AL CONTORNO.....	15
	5.2 HYDRAULISCHE ÜBERPRÜFUNG DER ÜBERFLUTBAREN FLÄCHEN	
	5.2 VERIFICA IDRAULICA AREE ALLAGABILI.....	16
6	VERZEICHNISSE	
6	ELENCHI	22
	6.1 TABELLENVERZEICHNIS	
	6.1 ELENCO DELLE TABELLE.....	22
	6.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS	
	6.2 ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI.....	22
	6.3 REFERENZDOKUMENTE	
	6.3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	22
	6.3.1 Eingangsdokumente	
	6.3.1 Documenti in ingresso.....	22
	6.3.1.1 Ausführungsprojekt Baulos Muls 2-3	
	6.3.1.2 Normen und Richtlinien	
	6.3.1.1 Progetto Esecutivo Lotto Muls 2-3.....	22
	6.3.1.2 Normative e linee guida.....	23
	6.3.1.3 Bibliografie	
	6.3.1.3 Bibliografia.....	23
	6.3.2 Ausgangsdokumente	
	6.3.2 Documenti in uscita	23

1 VORWORT

Dieses Dokument dient zur Überprüfung der hydraulischen Vereinbarkeit der Flächen, welche zur Ablagerung des vom Tunnelaushub stammenden Aushubbodens, 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.

Inbesondere sind folgende Gebiete analysiert worden:

- Ablagerung Genauen II,
- Ablagerung Hinterrigger.

1 PREMESSA

Il presente documento provvede alla verifica della compatibilità idraulica delle aree individuate per il deposito del terreno di risulta derivanti dagli scavi delle gallerie.

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:

- Deposito di Genauen II,
- Deposito di Hinterrigger.

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.

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.

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.

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

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.

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 Zusammenfließens 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 Schrumpfungs-/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:

- step1 - 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 ABLAGERUNG GENAUEN II

4.1 DURCHFLUSSMENGE UND UMRANDUNGSBEDINGUNGEN

Der benutzte Durchflussmengenwert, wie bereits in Kapitel 2 erklärt, besteht aus $545 \text{ m}^3/\text{s}$ bzgl. einer Wiederkehrzeit von 30 Jahren.

Die als Bezug dienenden Abschnitte sind von der Geländeluftaufnahmen entnommen worden. Auf diese ist eine Achse gezeichnet worden von der aus, mit einem fast konstanten Abstand von 50 m, Querschnitte gewonnen wurden. Anhand des Berechnungsprogramms sind zur hydraulischen Modellierung des Wasserlaufs bloß die als bedeutendsten Abschnitte eingefügt worden.

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,
- $0.05 \text{ s/m}^{1/3}$ für die Flussböschungen,
- $0.05 \text{ s/m}^{1/3}$ für das Flussbett.

Der Fluss zeigt sich in der untersuchten Strecke mit einem schwachen Gefälle, daher ist zur Profilrassierung die Bezugsumrandungsbedingung die des Tals.

- Bedingung an der Bergumrandung: da in einem Flussbett mit schwachem Gefälle die Bergbedingung nicht notwendig ist, muss aber aus Softwareberechnungsgründen eingefügt werden, hat man die Strömungshöhe mit der des kritischen Zustands gleichgestellt.
- Bedingung an der Talumrandung: die hydrometrische Quote ist gleichgestellt worden wie die der gleichmäßigen Bewegungshöhe.

Zur Festlegung der Bedingung an der Talumrandung ist eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt worden. Zuerst ist als Talbedingung die gleichmäßige Bewegungsquote von 852.68 m ü.d.M. , benutzt worden.

Später ist diese mit höheren Werte ersetzt worden, genau 854 , sowie 856 m ü.d.M. um zu sehen welche die erzeugten Wirkungen auf das Profil und somit auf den potentiell überflutbaren Flächen sein würden.

4 DEPOSITO DI GENUAUEEN II

4.1 PORTATA E CONDIZIONI AL CONTORNO

Il valore di portata utilizzato, come già spiegato nel capitolo 2, è di $545 \text{ m}^3/\text{s}$ con riferimento ad un tempo di ritorno di 30 anni.

Le sezioni prese a riferimento sono state estratte a partire dal rilievo aerofotogrammetrico del territorio. Su questo è stato tracciato un asse a partire dal quale, a distanza pressoché costante di 50 m, sono state estratte delle sezioni trasversali. Di queste, nel programma di calcolo, sono state inserite solo quelle ritenute più significative ai fini della modellazione idraulica del corso d'acqua.

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,
- $0.05 \text{ s/m}^{1/3}$ per le scarpate del fiume,
- $0.05 \text{ s/m}^{1/3}$ per il fondo del fiume.

Il fiume, nel tratto preso in esame, si presenta a debole pendenza pertanto la condizione al contorno di riferimento per il tracciamento del profilo è quella di valle.

- Condizione al contorno di monte: siccome in un alveo a debole pendenza la condizione di monte non è necessaria, ma va inserita per esigenze del software di calcolo, si è posta l'altezza della corrente pari a quella di stato critico.
- Condizione al contorno di valle: è stata fissata una quota idrometrica pari all'altezza di moto uniforme.

Per la definizione della condizione al contorno di valle è stata eseguita un'analisi di sensitività. In prima battuta si è utilizzata come condizione di valle la quota di moto uniforme, pari a 852.68 m.s.l.m.

Successivamente si sono sostituiti valori più alti, precisamente 854 e 856 m.s.l.m. per vedere quali fossero gli effetti prodotti sul profilo e quindi sulle aree potenzialmente allagabili.

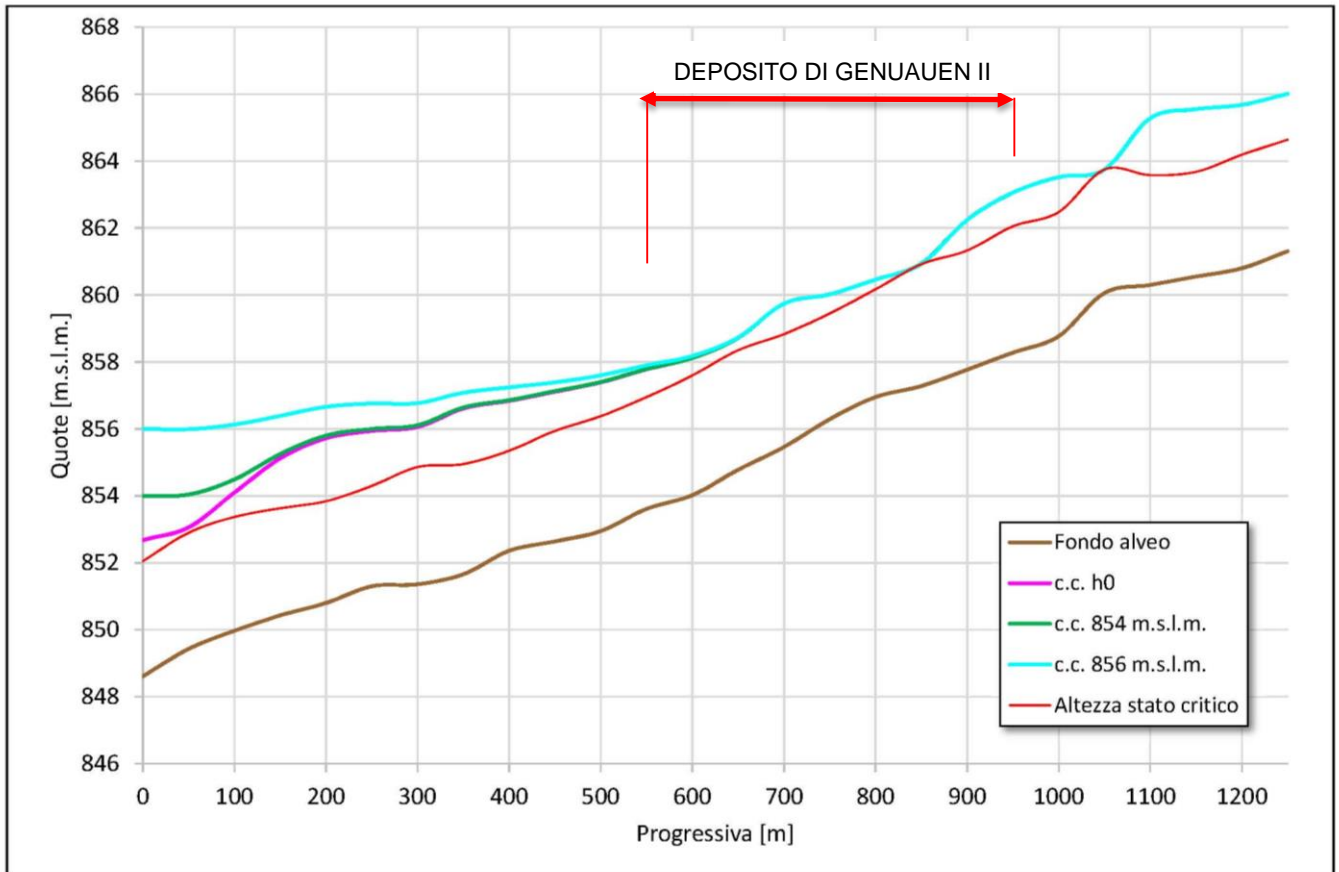


Abbildung 1: Überflutungsprofil mit Q (Tr 30 Jahre) bei Änderung der Talumrandungsbedingungen

Figura 1 Profili di piena. Simulazione con Q (Tr 30 anni) al variare delle condizioni al contorno di valle.

4.2 HYDRAULISCHE ÜBERPRÜFUNG DER ÜBERFLUTBAREN FLÄCHEN

Trotz des merklich erhöhten Niveaus der Talbedingung sind keine ebenso spürbaren Wirkungen der Flussüberflutung auf die besetzten Flächen erzeugt worden.

4.2 VERIFICA IDRAULICA AREE ALLAGABILI

Nonostante il livello della condizione di valle sia stato aumentato sensibilmente ciò non ha prodotto effetti altrettanto sensibili sulle aree occupate dall'esondazione del fiume.

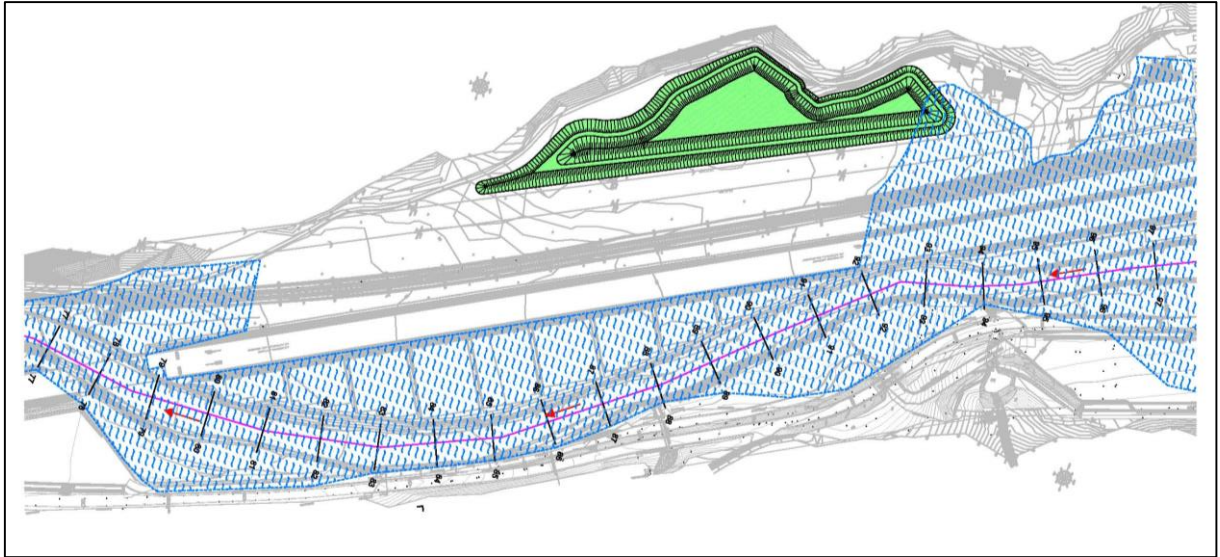


Abbildung 2: Überflutbare Flächen. Simulation mit Q (Tr 30 Jahre) und Talumrandungsbedingungen gleichmäßige Bewegungshöhe

Figura 2 Aree allagabili. Simulazione con Q (Tr 30 anni) e c.c. di valle altezza di moto uniforme.

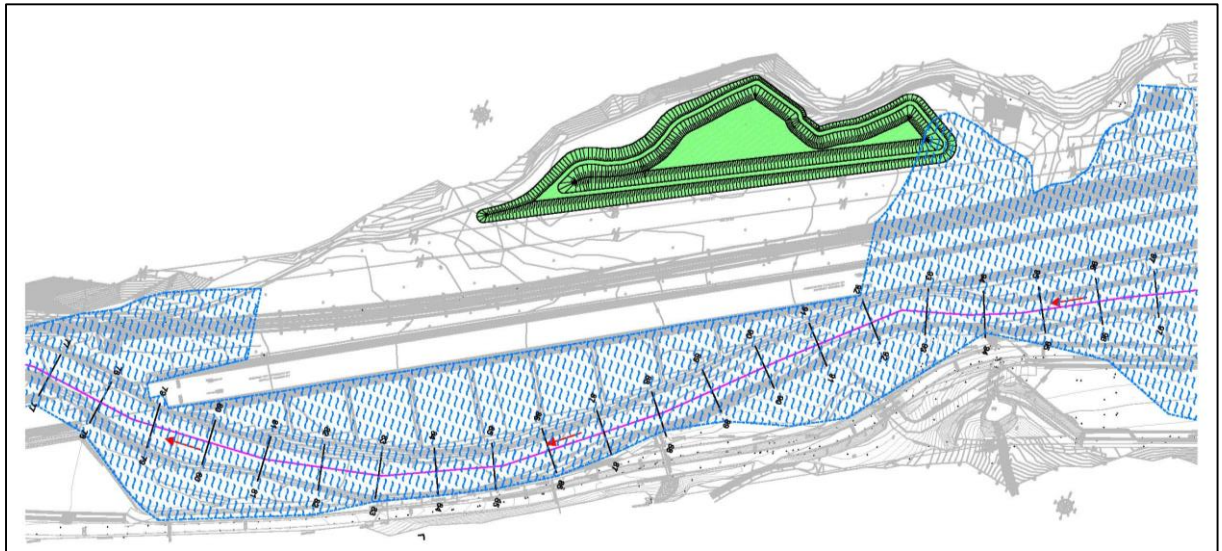


Abbildung 3: Überflutbare Flächen. Simulation mit Q (Tr 30 Jahre) und Talumrandungsbedingungen 854 m ü.d.M.

Figura 3 Aree allagabili. Simulazione con Q (Tr 30 anni) e c.c. 854 m.s.l.m.

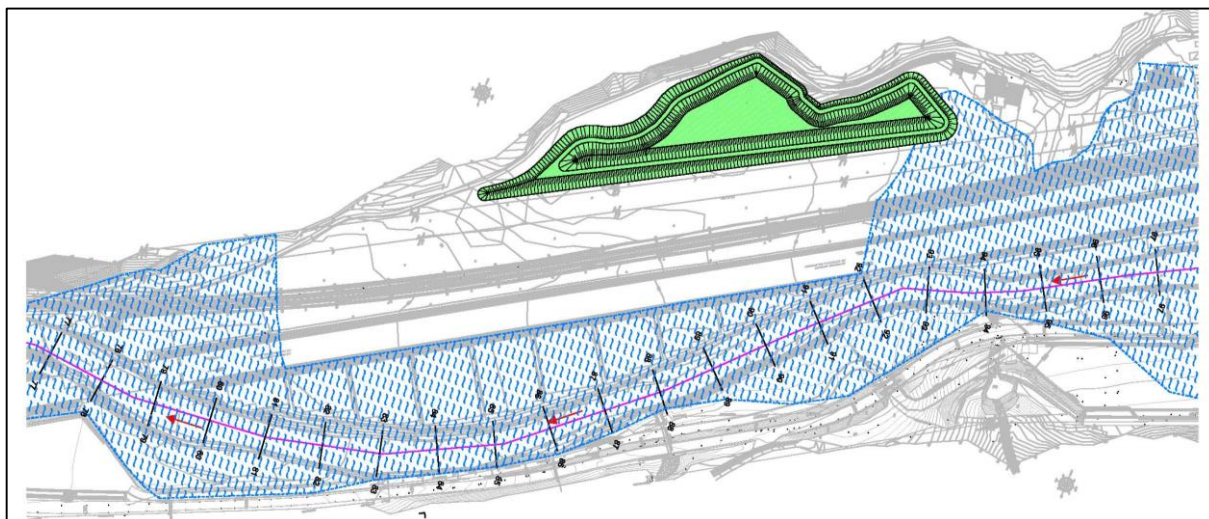


Abbildung 4: Überflutbare Flächen. Simulation mit Q (Tr 30 Jahre) und Talumrandungsbedingungen 856 m ü.d.M.

Das von der Erhöhung der Tal Quote erzeugte Überquellen zieht sich auf ca. 600 m hinaus, bis zu Abschnitt 87.

Der zur Ablagerung bestimmte Bereich erstreckt sich von Abschnitt 94 bis 87, auf eine Länge des Flussbetts von ca. 400 m, und befindet sich rechtsseitig des Flussufers.

Aus der Analyse der Abbildungen 2-3-4 geht hervor wie eine Erhöhung des Niveaus im Tal eine Erhöhung der überflutbaren Fläche berg- und talwärts der Ablagerung zur Folge hat. Im mittleren Teil fungiert der Bahndamm als Schutz.

Anhand der genauen Analyse der Bodenmorphologie in den Bergabschnitten sowie der hydrometrischen Niveaus wird ein Schutz, welcher den oberen Teil der Ablagerung schützt, für notwendig gehalten.

Figura 4 Aree allagabili. Simulazione con Q (Tr 30 anni) e c.c. 856 m.s.l.m.

Il rigurgito provocato dall'innalzamento della quota di valle si protrae per circa 600 m, fino alla sezione 87.

L'area destinata al deposito si estende dalla sezione 94 alla 87, per una lunghezza d'alveo di circa 400 m, e si trova in destra idraulica.

Dall'analisi delle figure 2-3-4 si nota come un aumento del livello a valle comporta un aumento delle aree allagabili a monte e a valle del deposito. Nella parte centrale il rilevato della ferrovia funge da barriera.

Da un attenta analisi della morfologia del terreno nelle sezioni di monte e dei livelli idrometrici si è ritenuta necessaria una barriera che protegga la parte superiore del deposito.

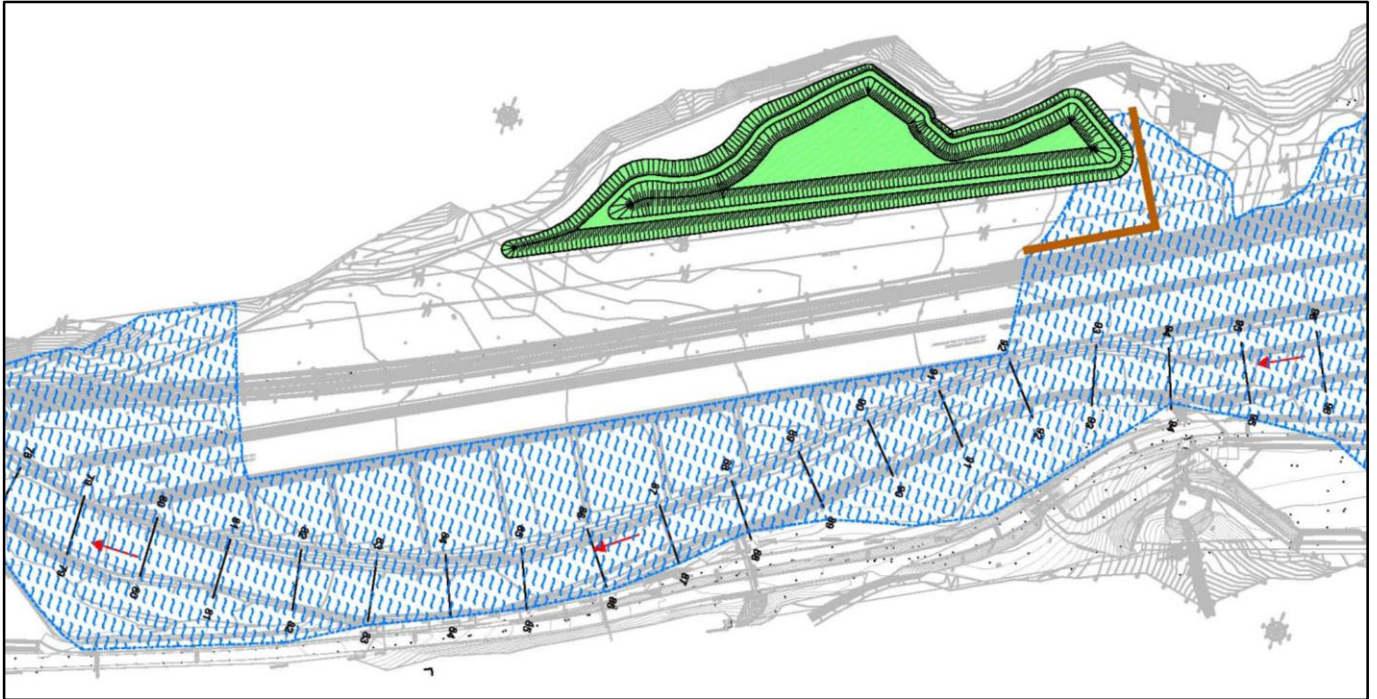


Abbildung 5: Beschaffenheit der Ablagerung Genauen II und neuer geplanter Damm

Figura 5 Configurazione deposito di Genauen II e nuovo argine in progetto.

Abbildung 5 zeigt die Beschaffenheit der Ablagerung Genauen II:

L'immagine 5 mostra quale sia la configurazione del deposito di Genauen II:

- in grün wird der hypothetische Damm gezeigt, welcher sich während der Aushubphasen bilden wird,
- die blaue Schraffur hebt das von der Eisackfluss Überflutung betroffene Gebiet hervor, bei einem Höchstwert des Hochwassers mit Wiederkehrzeit von 30 Jahren,
- die braune Fettlinie zeigt den Standort und die Entwicklung des geplanten neuen Damms.

- In verde è rappresentato l'ipotetico rilevato che si verrà a formare durante le fasi di scavo,
- il tratteggiato blu evidenzia il perimetro dell'area sommersa dall'esondazione del Fiume Isarco utilizzando il valore della portata di massima piena con tempo di ritorno 30 anni,
- la linea in spessore marrone indica la posizione e lo sviluppo del nuovo argine in progetto.

5 ABLAGERUNG HINTERRIGGER

5.1 DURCHFLUSSMENGE UND UMRANDUNGSBEDINGUNGEN

Obwohl sich das überprüfte Gebiet talwärts der Talsperre von Franzensfeste befindet, hat man vorsichtshalber den gleichen Durchflussmengenwert, welcher bergwärts der Talsperre bewertet wurde, benutzt: 545 m³/s (Kapitel 2) bzgl. einer Wiederkehrzeit von 30 Jahren.

Im Wesentlichen also ist vorsichtshalber jegliche Rückhaltewirkung des Sees nicht berücksichtigt worden.

Die Bezugsabschnitte sind von der Geländeluftaufnahme entnommen worden. Auf diese ist eine Achse gezeichnet worden von der aus, mit einem fast konstanten Abstand von 50 m, Querschnitte gewonnen wurden.

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

- 0.10 s/m^{1/3} für den umliegenden Boden,
- 0.05 s/m^{1/3} für die Flussböschungen,
- 0.05 s/m^{1/3} für das Flussbett.

Der Fluss zeigt sich in der untersuchten Strecke mit einem schwachen Gefälle, daher ist zur Profiltrassierung die Bezugsumrandungsbedingung die des Tals.

- Bedingung an der Bergumrandung: da in einem Flussbett mit schwachem Gefälle die Bergbedingung nicht notwendig ist, muss aber aus Softwareberechnungsgründen eingefügt werden, hat man die Strömungshöhe mit der des kritischen Zustands gleichgestellt.
- Bedingung an der Talumrandung: die hydrometrische Quote ist gleichgestellt worden wie die der gleichmäßigen Bewegungshöhe.

Zur Festlegung der Bedingung an der Talumrandung ist eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt worden. Zuerst ist als Talbedingung die gleichmäßige Bewegungsquote von 612.32 m ü.d.M., benutzt worden.

Später ist diese mit höheren Werte ersetzt worden, genau 614, sowie 616 m ü.d.M. um zu sehen welche die erzeugten Wirkungen auf das Profil und somit auf den potentiell überflutbaren Flächen sein würden

5 DEPOSITO DI HINTERRIGGER

5.1 PORTATA E CONDIZIONI AL CONTORNO

Nonostante l'area in esame si trovi a valle della Diga di Fortezza, si è cautelativamente utilizzato il medesimo valore di portata valutato a monte della barriera: 545 m³/s (capitolo 2) con riferimento ad un tempo di ritorno di 30 anni.

Nella sostanza, quindi, si è cautelativamente trascurato qualsiasi effetto di laminazione in corrispondenza del lago.

Le sezioni prese a riferimento sono state estratte a partire dal rilievo aerofotogrammetrico del territorio. Su questo è stato tracciato un asse a partire dal quale, a distanza pressoché costante di 50 m, sono state estratte delle sezioni trasversali.

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

- 0.10 s/m^{1/3} per il terreno circostante,
- 0.05 s/m^{1/3} per le scarpate del fiume,
- 0.05 s/m^{1/3} per il fondo del fiume.

Il fiume, nel tratto preso in esame, si presenta per lo più a debole pendenza pertanto la condizione al contorno di riferimento per il tracciamento del profilo è quella di valle.

- Condizione al contorno di monte: siccome in un alveo a debole pendenza la condizione di monte non è necessaria, ma va inserita per esigenze del software di calcolo, si è posta l'altezza della corrente pari a quella di stato critico.
- Condizione al contorno di valle: è stata fissata una quota idrometrica pari all'altezza di moto uniforme.

Per la definizione della condizione al contorno di valle è stata eseguita un'analisi di sensitività. In prima battuta si è utilizzata come condizione di valle la quota di moto uniforme pari a 612.32 m.s.l.m.

Successivamente si sono sostituiti valori più alti, precisamente 614 e 616 m.s.l.m. per vedere quali fossero gli effetti prodotti sul profilo e quindi sulle aree potenzialmente allagabili.

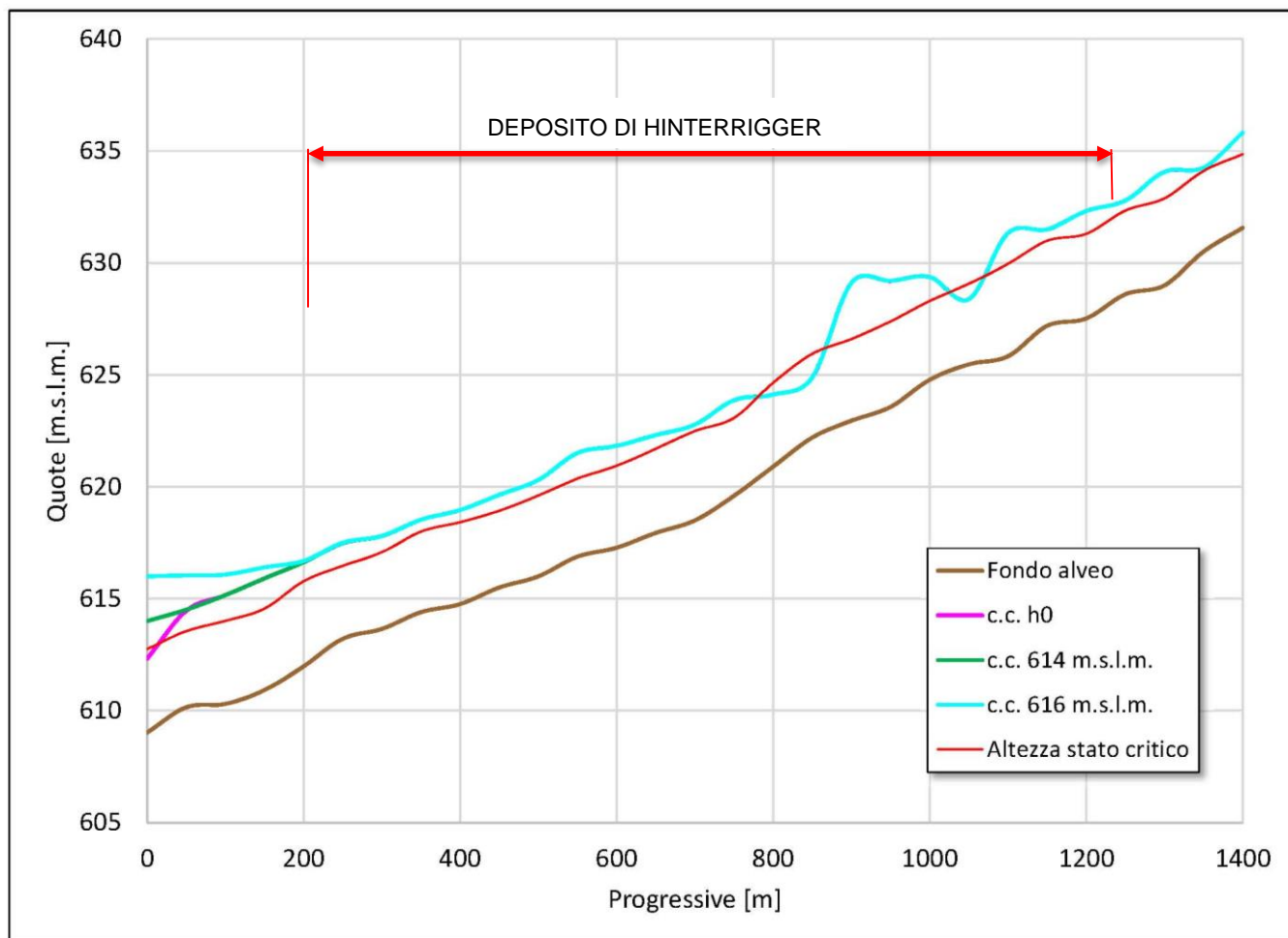


Abbildung 6: Überflutungsprofil mit Q (Tr 30 Jahre) bei Änderung der Talumrandungsbedingungen

Figura 6 Profili di piena. Simulazione con Q (Tr 30 anni) al variare delle condizioni al contorno di valle.

5.2 HYDRAULISCHE ÜBERPRÜFUNG DER ÜBERFLUTBAREN FLÄCHEN

Die Erhöhung der Wassertiefe im Talabschnitt erzeugt eine Zunahme des Wasserstandes bis auf ca. 200 bergwärts, bis auf Abschnitt 76.

Die Ablagerungsfläche erstreckt sich von Abschnitt 99 bis 79, auf eine Länge von ca. 1050 m.

5.2 VERIFICA IDRAULICA AREE ALLAGABILI

L'aumento dell'altezza del tirante idrico nella sezione di valle produce un aumento dei livelli di acqua fino per circa 200 m verso monte, fino alla sezione 76.

L'area adibita a deposito si sviluppa dalla sezione 99 alla 79, per una lunghezza d'alveo di circa 1050 m.

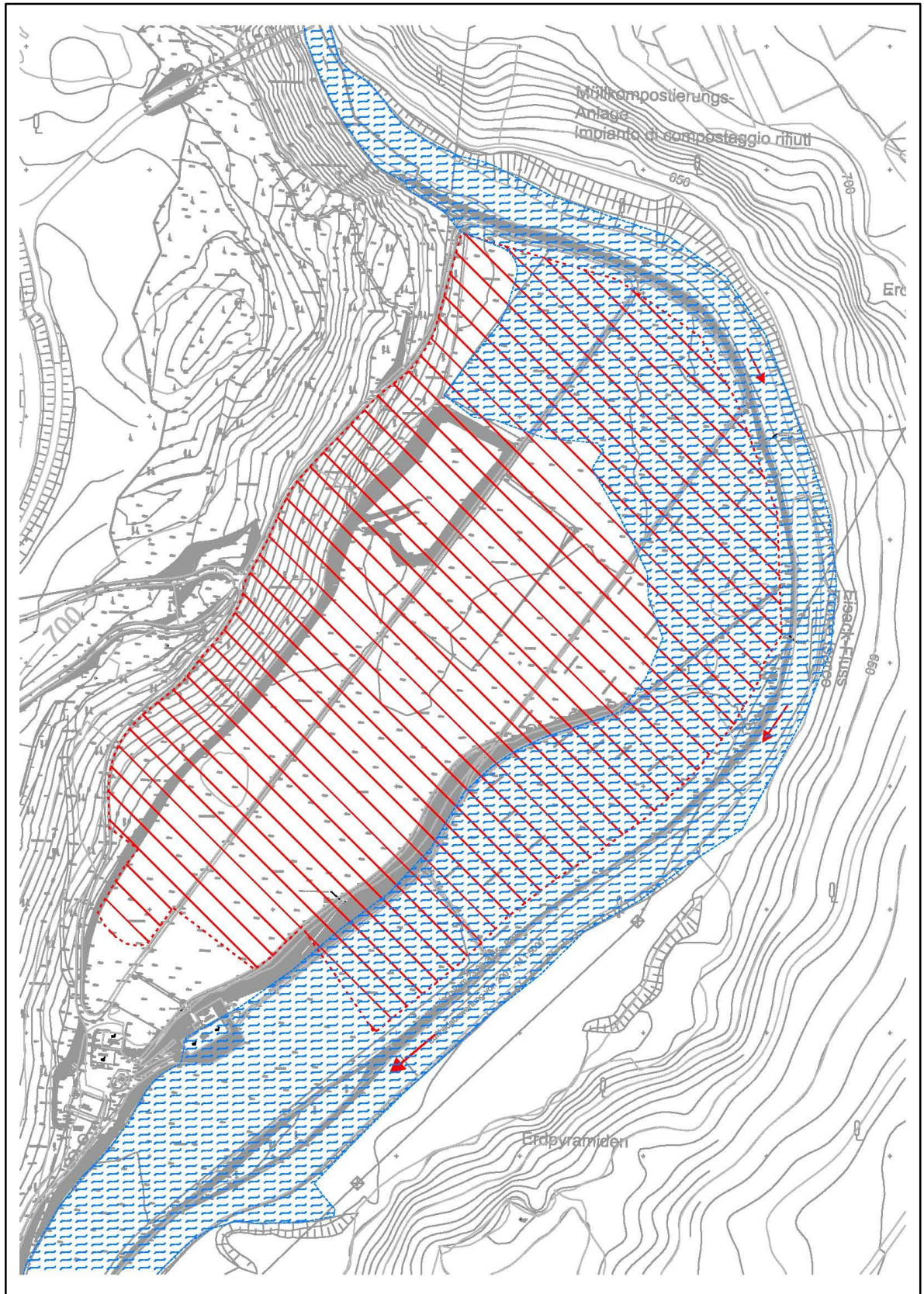


Abbildung 7: Überflutbare Flächen. Simulation mit Q (Tr 30 Jahre) und Talumrandungsbedingungen gleichmäßige Bewegungshöhe

Figura 7 Aree allagabili. Simulazione con Q (Tr 30 anni) e c.c. di valle altezza di moto uniforme.

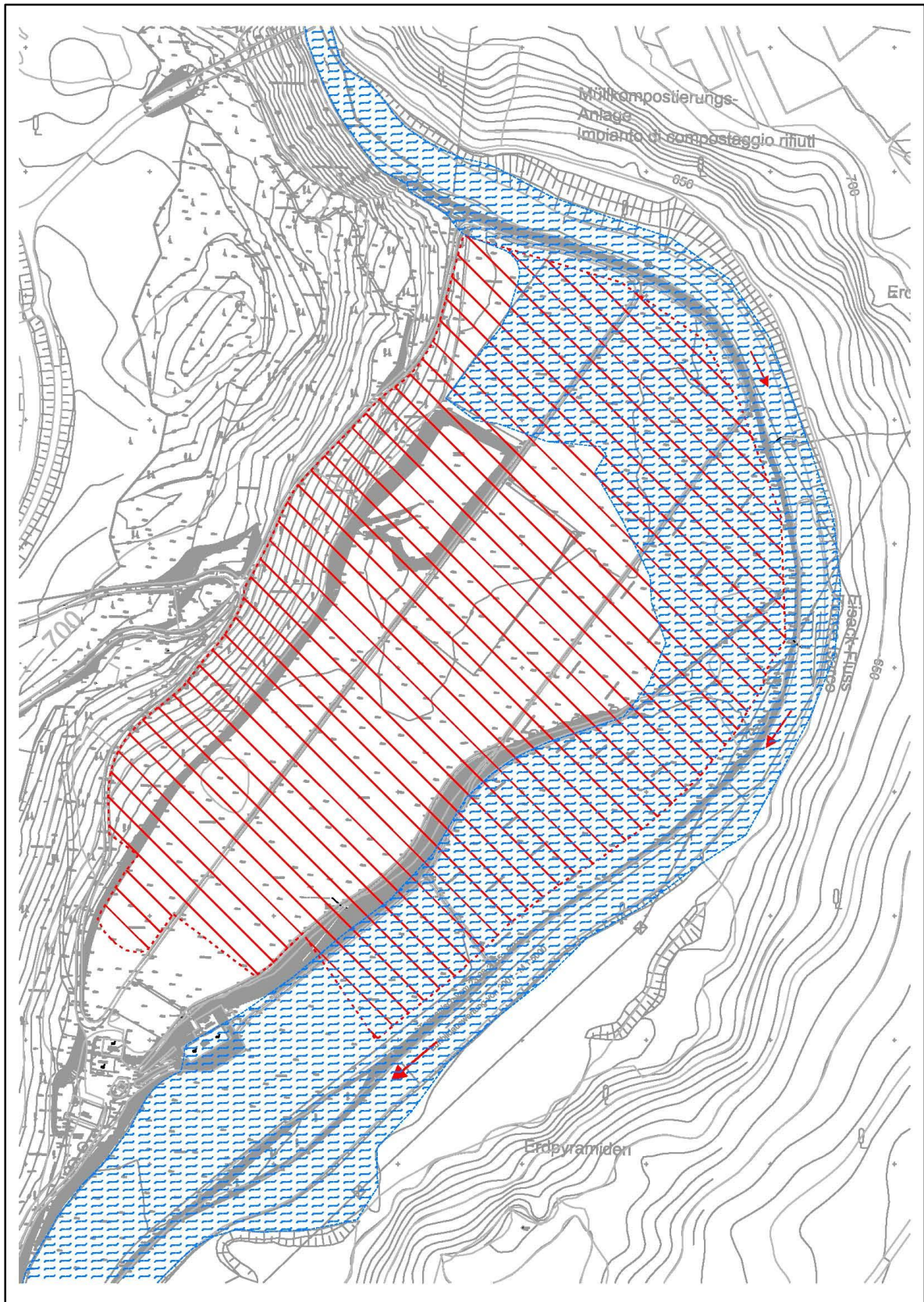


Abbildung 8: Überflutbare Flächen. Simulation mit Q (Tr 30 Jahre) und Talumrandungsbedingungen von 614 m ü.d.M.

Figura 8 Aree allagabili. Simulazione con Q (Tr 30 anni) e c.c. di valle pari a 614 m.s.l.m.

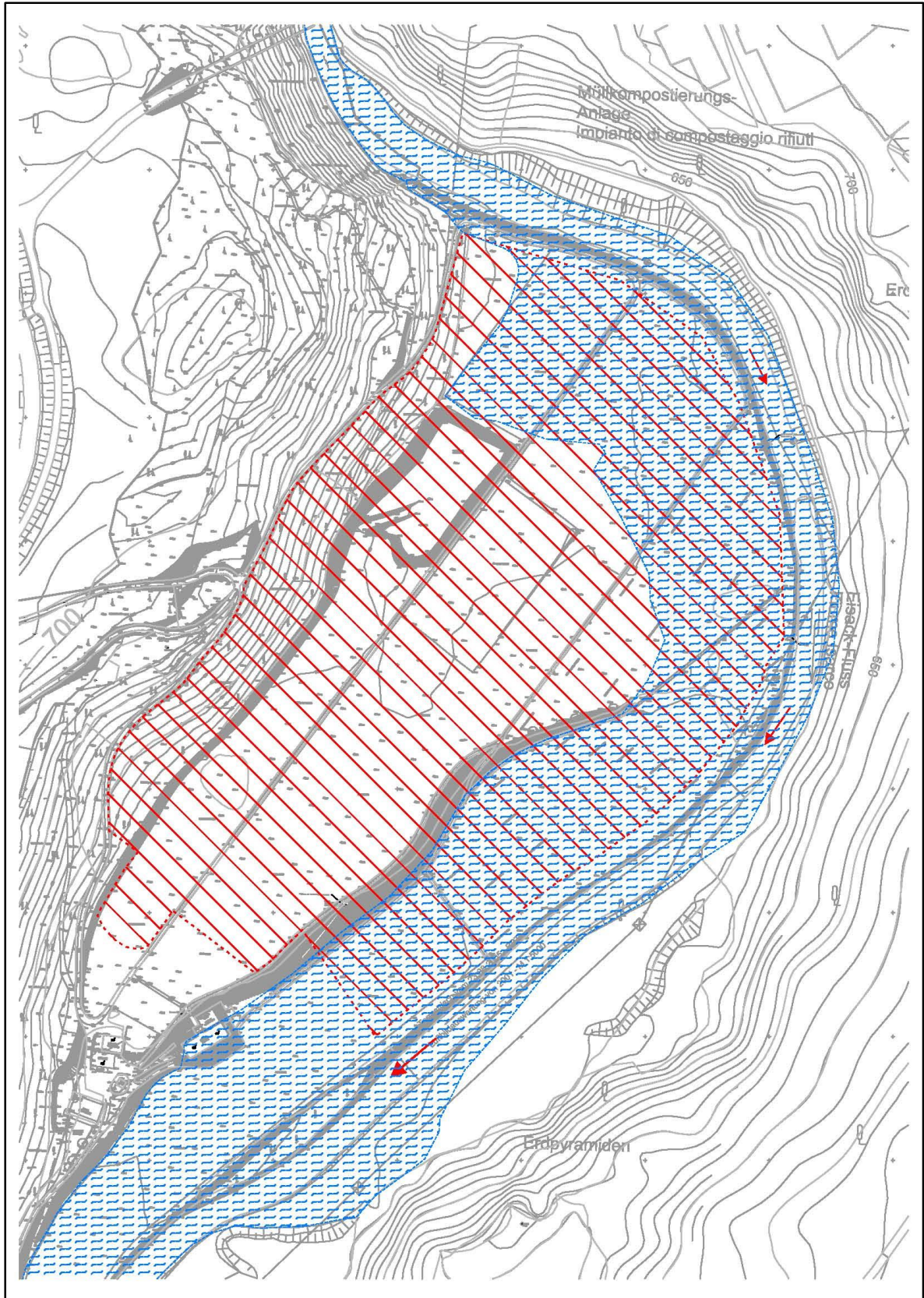


Abbildung 9: Überflutbare Flächen. Simulation mit Q (Tr 30 Jahre) und Talumrandungsbedingungen von 616 m ü.d.M.

Figura 9 Aree allagabili. Simulazione con Q (Tr 30 anni) e c.c. di valle pari a 616 m.s.l.m.

Anhand der Analyse der drei Sachlagen kann man erkennen wie alle überflutbaren Gebiete praktisch gleich erscheinen, mit Ausnahme der Endstrecke bei der eine Erhöhung der Wassertiefe eine Zunahme der von der Überflutung betroffenen Bereiche erzeugt.

Durch Übertragung der aus den Simulationen erzielten Informationen kann festgestellt werden, dass wahrscheinlich Großteils dieses Bereichs von der Eisack Fluss Überflutung betroffen sein wird, und somit ein Damm zu dessen gesamten Schutz geplant werden muss.

Da un'analisi delle tre situazioni si può vedere come le aree allagabili risultino praticamente uguali, a meno del tratto finale in cui un aumento del valore del tirante produce un aumento delle aree interessate dall'esonazione.

Riportando le informazioni ottenute dalle simulazioni sulla cartografia in nostro possesso è stato possibile constatare che, verosimilmente, buona parte dell'area in oggetto sarà interessata dall'esonazione del Fiume Isarco e pertanto si dovrà prevedere un rilevato che possa proteggerlo interamente.

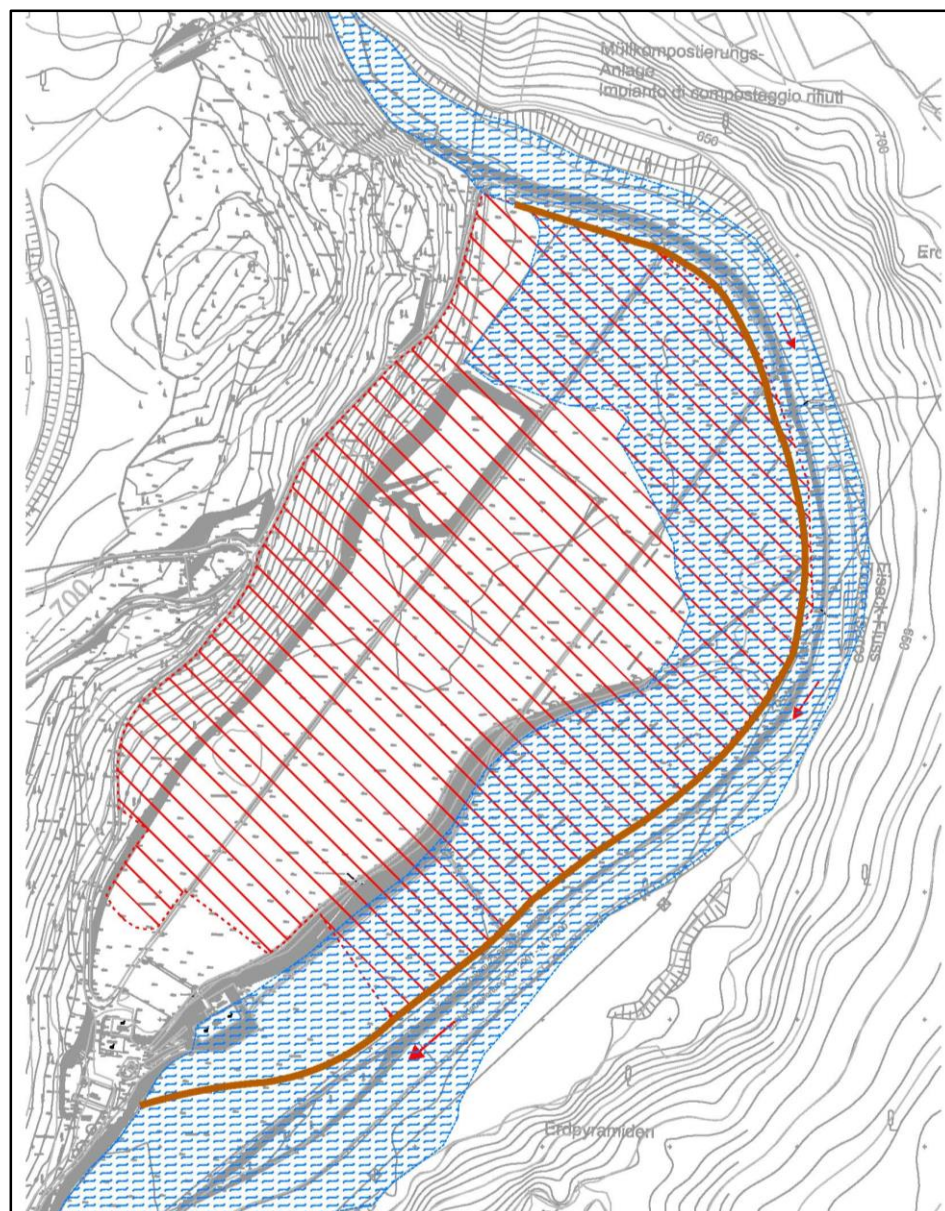


Abbildung 10: Ablagerung Hinterrigger und neuer geplanter Damm

Figura 10 Deposito di Hinterrigger e nuovo argine in progetto.

Abbildung 10 zeigt die Beschaffenheit der Ablagerung Hinterrigger:

- die rote Schraffur zeigt die Fläche welche zur Ablagerung der Aushubmaterialien sowie mit Anlagen zur eventuellen Fertigung von Tübbingem bestimmt wird,
- das blaue Raster zeigt das von der Eisackfluss Überflutung betroffene Gebiet, bei einem Höchstwert des Hochwassers mit Wiederkehrzeit von 30 Jahren,
- die braune Fetlinie zeigt den Standort und die Entwicklung des geplanten neuen Damms.

L'immagine 10 mostra quale sia la configurazione del deposito di Hinterrigger:

- Il tratteggio rosso rappresenta l'area che verrà adibita per il deposito dei materiali di risulta dello scavo e con impianti per l'eventuale produzione dei conci prefabbricati,
- il retino blu rappresenta l'area sommersa dall'esonazione del Fiume Isarco utilizzando il valore della portata di massima piena con tempo di ritorno 30 anni,
- la linea in spessore marrone indica la posizione e lo sviluppo del nuovo argine in progetto.

6 VERZEICHNISSE

6.1 TABELLENVERZEICHNIS

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

6.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Überflutungsprofil mit Q (Tr 30 Jahre) bei Änderung der Talumrandungsbedingungen.....	111
Abbildung 2: Überflutbare Flächen. Simulation mit Q (Tr 30 Jahre) und Talumrandungsbedingungen gleichmäßige Bewegungshöhe.	122
Abbildung 3: Überflutbare Flächen. Simulation mit Q (Tr 30 Jahre) und Talumrandungsbedingungen 854 m ü.d.M.....	12
Abbildung 4: Überflutbare Flächen. Simulation mit Q (Tr 30 Jahre) und Talumrandungsbedingungen 856 m ü.d.M.....	13
Abbildung 5: Beschaffenheit der Ablagerung Genauen II und neuer geplanter Damm	14
Abbildung 6: Überflutungsprofil mit Q (Tr 30 Jahre) bei Änderung der Talumrandungsbedingungen.....	16
Abbildung 7: Überflutbare Flächen. Simulation mit Q (Tr 30 Jahre) und Talumrandungsbedingungen gleichmäßige Bewegungshöhe.	17
Abbildung 8: Überflutbare Flächen. Simulation mit Q (Tr 30 Jahre) und Talumrandungsbedingungen von 614 m ü.d.M....	18
Abbildung 9: Überflutbare Flächen. Simulation mit Q (Tr 30 Jahre) und Talumrandungsbedingungen von 616 m ü.d.M....	19
Abbildung 10: Ablagerung Hinterrigger und neuer geplanter Damm.	20

6.3 REFERENZDOKUMENTE

6.3.1 Eingangsdokumente

6.3.1.1 Ausführungsprojekt Baulos Maules 2-3

- [1] 02_H61_GD_992_GLS_D0700_13016 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Maules 2-3 - Allgemeine geologie, geotechnik, seismik und hydrogeologie - Zusammenfassung der geologischen und hydrogeologischen Informationen

6 ELENCHI

6.1 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

6.2 ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI

Figura 1 Profili di piena. Simulazione con Q (Tr 30 anni) al variare delle condizioni al contorno di valle.....	11
Figura 2 Aree allagabili. Simulazione con Q (Tr 30 anni) e c.c. di valle altezza di moto uniforme.	12
Figura 3 Aree allagabili. Simulazione con Q (Tr 30 anni) e c.c. 854 m.s.l.m.....	12
Figura 4 Aree allagabili. Simulazione con Q (Tr 30 anni) e c.c. 856 m.s.l.m.....	13
Figura 5 Configurazione deposito di Genauen II e nuovo argine in progetto.	14
Figura 6 Profili di piena. Simulazione con Q (Tr 30 anni) al variare delle condizioni al contorno di valle.....	16
Figura 7 Aree allagabili. Simulazione con Q (Tr 30 anni) e c.c. di valle altezza di moto uniforme.	17
Figura 8 Aree allagabili. Simulazione con Q (Tr 30 anni) e c.c. di valle pari a 614 m.s.l.m.....	18
Figura 9 Aree allagabili. Simulazione con Q (Tr 30 anni) e c.c. di valle pari a 616 m.s.l.m.....	19
Figura 10 Deposito di Hinterrigger e nuovo argine in progetto.....	20

6.3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

6.3.1 Documenti in ingresso

6.3.1.1 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

6.3.1.2 Normen und Richtlinien

- [2] Ministerium der Öffentlichen Arbeiten - M.D. 14.01.2008 - "Technische Normen für Bauwerke"

6.3.1.3 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

6.3.2 Ausgangsdokumente

- [5] 02_H61_WB_993_KRC_D0700_16001 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 - Hydraulik im untergrund - Allgemeiner Bericht Hydraulik
- [6] 02_H61_WB_993_KEN_D0700_16002 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 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 Mauls 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 Mauls 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 Mauls 2-3 - Hydraulik im untergrund - Schematische Darstellung Bauphasedrainage
- [10] 02_H61_WB_993_KLP_D0700_16101-16114 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 - Hydraulik im untergrund - Lageplan hydraulische Planung
- [11] 02_H61_WB_993_KDP_D0700_16201 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauls 2-3 - Hydraulik im untergrund - Übergang von GL-D zu GL-MA - Ausschnitt Übersichtsplan und Schnitte

6.3.1.2 Normative e linee guida

- [2] Ministero dei LL.PP.- D.M. 14.01.2008 - "Norme tecniche per le Costruzioni".

6.3.1.3 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

6.3.2 Documenti in uscita

- [5] 02_H61_WB_993_KRC_D0700_16001 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione Esecutiva - D0700: Lotto Mules 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 Mules 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 Mules 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 Mules 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 Mules 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 Mules 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 Mules 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

- [12] 02_H61_WB_993_KEN_D0700_16202-16234 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Hydraulikeinrichtungen-Querverbindungen Esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Idraulica in sotterraneo – Sistemazioni idrauliche-Cunicoli trasversali
- [13] 02_H61_WB_993_KDP_D0700_16301-16303 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Hydraulik im untergrund - Hydraulische Details [13] 02_H61_WB_993_KDP_D0700_16301-16303 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione Esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Idraulica in sotterraneo – Particolari idraulici
- [14] 02_H61_WB_993_KDP_D0700_16315-16318 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Hydraulik im untergrund - Schächte Details [14] 02_H61_WB_993_KDP_D0700_16315-16318 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione Esecutiva - D0700: Lotto Muls 2-3 - Idraulica in sotterraneo – Particolari pozzetti
- [15] 02_H61_WB_993_KEN_D0700_16351-16355 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Muls 2-3 - Hydraulik im untergrund - Erkundungsstollen, Fensterstollen Muls und angrenzende Bauwerke [15] 02_H61_WB_993_KEN_D0700_16351-16355 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione 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