

A completamento della relazione geotecnica che accompagna lo studio preliminare della Cassa di Espansione del T. Baganza, sono state sviluppate delle analisi di stabilità con il metodo dell'equilibrio limite globale volte a fornire all'estensore del progetto definitivo un quadro introduttivo della stabilità del rilevato arginale della suddetta opera.

Queste analisi di stabilità preliminari, sono state eseguite prendendo a riferimento una singola sezione arginale considerata essere rappresentativa dell'intero complesso arginale e certamente critica in termini di altezza e di dimensioni del rilevato.

E' evidente che in sede di progetto esecutivo le verifiche di stabilità andranno estese con i medesimi criteri esaminando ogni eventuale sezione che possa essere reputata potenzialmente critica o differisca significativamente per geometria e caratteristiche meccaniche del rilevato artificiale e/o del sottosuolo sul quale esso è fondato.

La sezione trasversale del rilevato arginale presa a riferimento è posizionata in destra idraulica del T. Baganza, lungo il rilevato di valle della cassa di espansione, ad una distanza di una cinquantina di metri dalla spalla destra del manufatto scolmatore; essa risulta collocata, grossomodo, in corrispondenza del sondaggio S14 riportato nella relazione geotecnica.

La sezione prevista di progetto del rilevato e le caratteristiche stratigrafiche dell'area esaminata sono visibili in tutte le Figure a seguire. Tali figure, esemplificative delle singole condizioni esaminate, riportano le mappe di distribuzione del fattore di sicurezza della varie superfici di scivolamento circolari esaminate, associabili ad una estesa maglia di centri soltanto in parte rappresentata.

I fattori di sicurezza sono stati determinati con l'impiego di diversi metodi di calcolo, sia semplificati che rigorosi; in particolare si sono calcolati i risultati con i metodi semplificati di Janbu e Bishop e con quelli rigorosi del GLE (Morgestern e Price) e di Spencer. Nelle Figure esemplificative riportate a seguire sono tracciate unicamente le superfici di scivolamento che determinano un F_s minimo globale, calcolato utilizzando i quattro approcci sopradescritti.

Le caratteristiche geotecniche degli orizzonti litostratigrafici sono riportate in Tabella 1 e corrispondono ai valori caratteristici derivanti dalla campagna di indagini e già riportate in relazione. Il rilevato arginale è stato considerato uniforme, con angolo di attrito pari a 35° e coesione nulla. Tali assunzioni hanno ovviamente un carattere preliminare e dovranno essere verificate ed eventualmente aggiornate in sede di progetto esecutivo. I livelli di invaso e di falda considerati nelle verifiche, sono quelli massimi previsti con il bacino completamente riempito fino alla quota dello scolmatore di superficie. Per la verifica in caso di rapido svaso il livello della falda è mantenuto coincidente con la superficie del paramento di monte fino allo svuotamento completo del bacino. Queste situazioni rappresentano i casi limite maggiormente critici per la stabilità del rilevato e sono dunque quelle maggiormente cautelative.

I valori minimi dei Fattori di Sicurezza globali, ottenuti con questa analisi di stabilità preliminare, sono riportati nella Tabella 3 a seguire, riferiti alla sezione esaminata e suddivisi per condizione di carico e per approccio normativo prescelto (Tabella 2).

Data la sostanziale simmetria del rilevato arginale, si è ritenuto superfluo realizzare la verifica di stabilità lato campagna ricordando tuttavia che, ove lungo le arginature si prevedessero conformazioni geometriche diverse, sarebbe necessario provvedere a verifiche di stabilità puntuali.

Sempre in sede di progetto esecutivo dovranno essere realizzate anche le verifiche di stabilità in condizioni sismiche, in accordo con quanto descritto e riportato nella relazione relativa all'Analisi di Risposta Sismica Locale e Definizione dell'Azione Sismica di Progetto. In tale elaborato, al Cap. 4, si evidenzia come le Verifiche di sicurezza allo Stato Limite Ultimo andrebbero sviluppate, per questa categoria di opera, considerando il Limite di Salvaguardia della Vita (SLV); in accordo al D.M. 14/01/2008 tale limite risulta

associato ad un tempo di ritorno dell'azione sismica di 1898 anni che determina una accelerazione orizzontale massima attesa sul sito di riferimento rigido pari a 0.237 g. Per le verifiche allo Stato Limite di Esercizio occorre considerare lo Stato Limite di Danno (SLD) per il quale il tempo di ritorno sull'azione sismica risulta pari a 201 anni e la corrispondente accelerazione orizzontale massima attesa sul sito di riferimento rigido pari a 0.112 g. La suddetta relazione fornisce anche i valori di amplificazione attesi in relazione alle diverse profondità del bedrock sismico e dovrebbe essere considerata per definire i valori dei coefficienti moltiplicativi orizzontale e verticale da impiegarsi nell'analisi pseudostatica.

Tabella 1: Valori caratteristici delle proprietà meccaniche dei vari orizzonti utilizzati nelle verifiche di stabilità.

Property	Rilevato Arginale	Ghiaie attuali - Orizzonte 1	Alternanze Ghiaie Sabbie - Orizzonte 2	Argille - Orizzonte 3	Diaframma
Color					
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	19	17	18	20	22
Cohesion [kPa]	0	0	0	25	15
Friction Angle [deg]	35	32	30	23	35
Water Surface	Water Table	Water Table	Water Table	Water Table	None
Hu Value	1	1	1	1	
Ru Value					0

Tabella 2: Riepilogo dei coefficienti moltiplicativi riferiti agli approcci di calcolo basati sull'Eurocodice 7.

	Design Approach 1, Combination 1	Design Approach 1, Combination 2
Type	Partial Factor	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1.35	1
Permanent Actions: Favourable	1	1
Variable Actions: Unfavourable	1.5	1.3
Variable Actions: Favourable	0	0
Effective cohesion	1	1.25
Coefficient of shearing resistance	1	1.25
Undrained strength	1	1.4
Weight density	1	1
Shear strength (other models)	1	1.25
Earth resistance	1	1
Tensile and plate strength	1.1	1.1
Shear strength	1.1	1.1
Compressive strength	1.1	1.1
Bond strength	1.1	1.1
Seismic Coefficient	1	1

Tabella 3: Riepilogo dei Fattori di Sicurezza Globali minimi determinati nelle varie condizioni di carico e con diversi Approcci Normativi

		Minimum Global Safety Factors			
Design Standard	Load Condition	Bishop Simplified	Janbu simplified	GLE Morgenstern-Price	Spencer
Eurocode 7 - Design Approach 1, Combination 1	Full Reservoir	1.78	1.68	1.79	1.78
Eurocode 7 - Design Approach 1, Combination 2	Full Reservoir	1.39	1.35	1.39	1.39
Eurocode 7 - Design Approach 1, Combination 1	Empty Reservoir	1.87	1.85	1.86	1.86
Eurocode 7 - Design Approach 1, Combination 1	Empty Reservoir	1.87	1.85	1.86	1.86
Eurocode 7 - Design Approach 1, Combination 1	Rapid Drawdown	1.22	1.06	1.22	1.22
Eurocode 7 - Design Approach 1, Combination 2	Rapid Drawdown	0.73	0.72	0.73	0.73

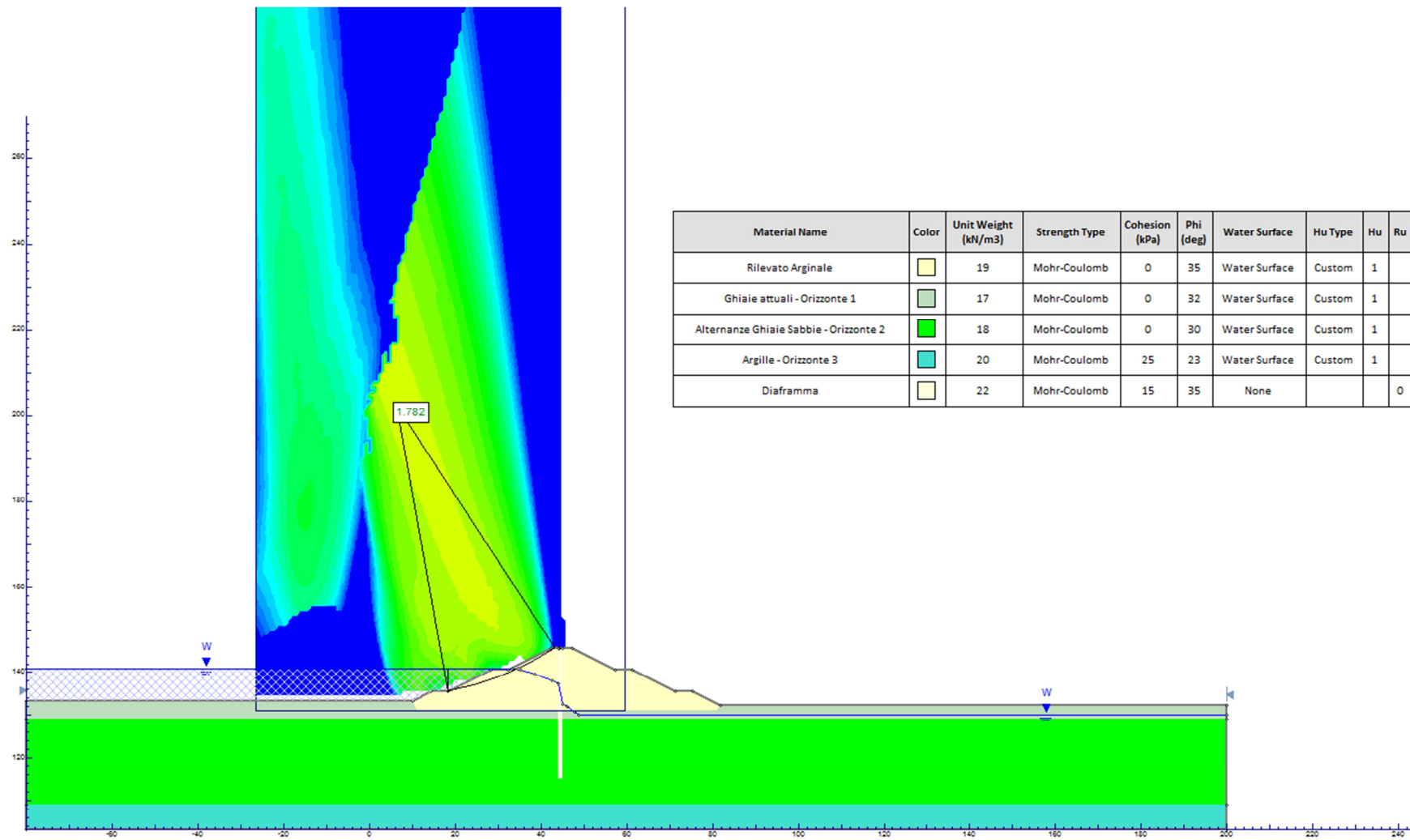


Figura 1: Analisi di stabilità del rilevato con bacino pieno fino alla quota di sfioro; EC7, Approccio 1 Combinazione 1

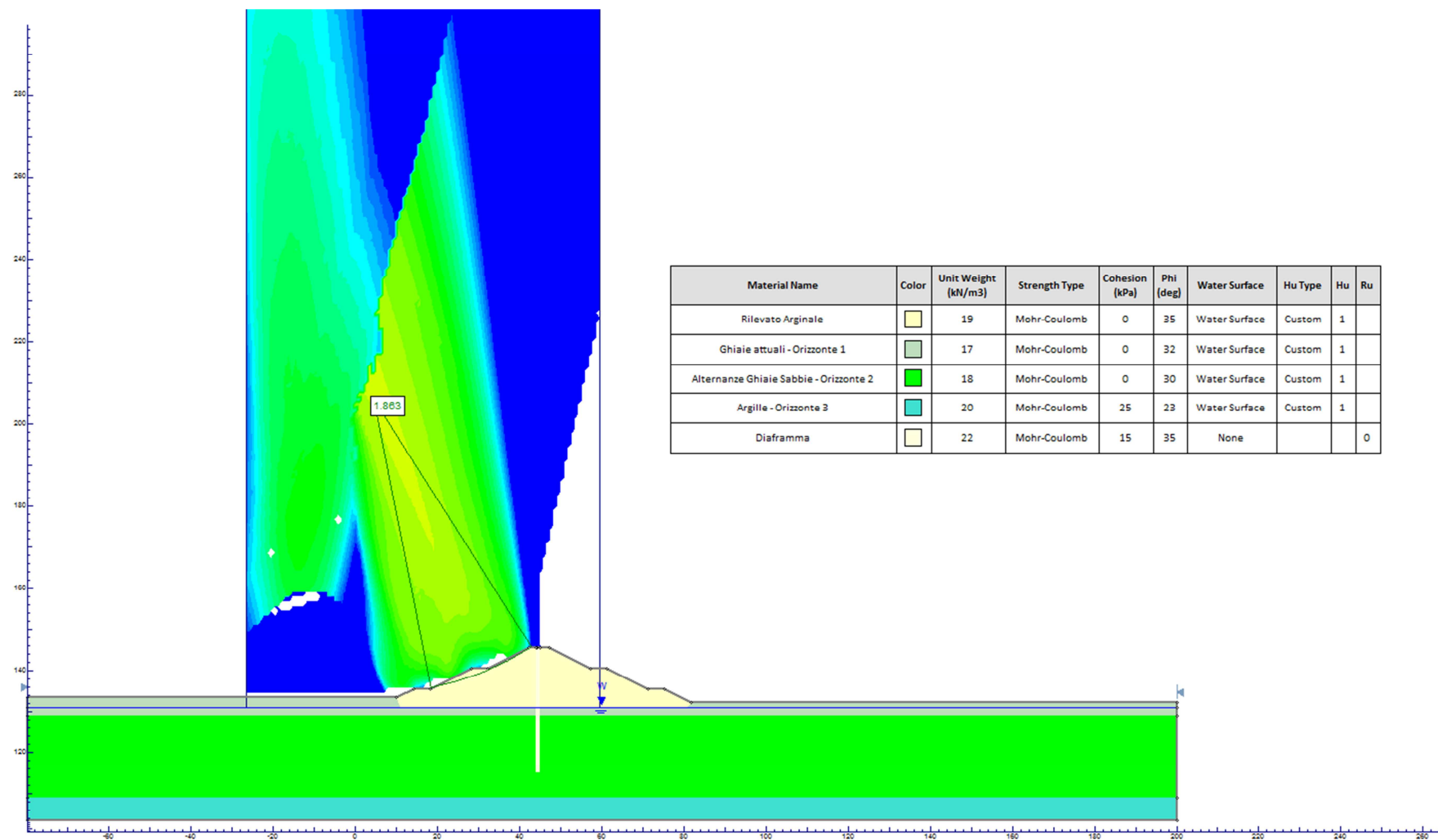


Figura 2: Analisi di stabilità con bacino completamente vuoto, EC7 Approccio 1 Combinazione 2

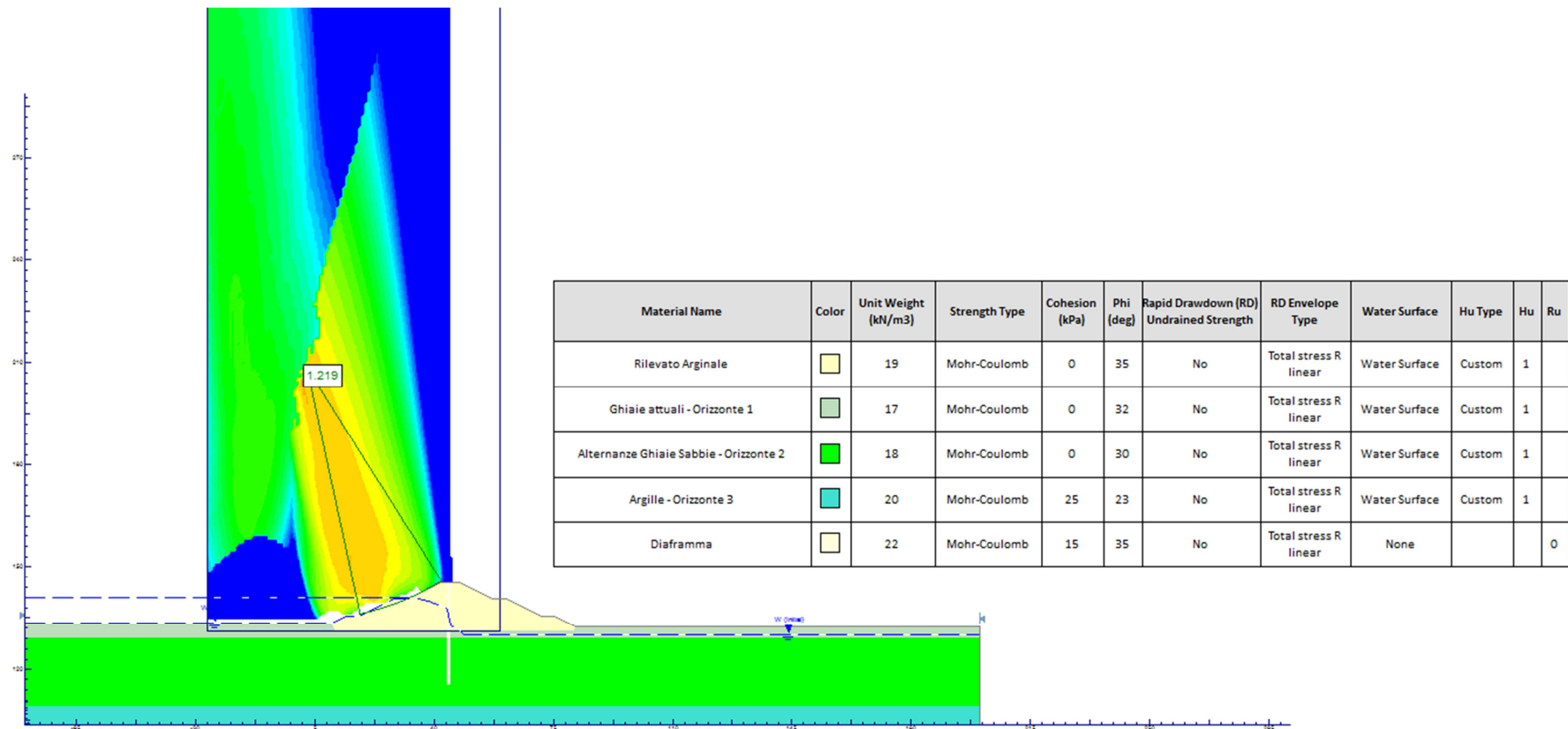


Figura 3: Analisi di stabilità in caso di rapido svasso a partire dalla quota di sfioro, EC7 Approccio 1 Combinazione 2

