

COMUNE DI MONZA

**PROGRAMMA INTEGRATO DI
INTERVENTO**

**AREA 9A
VIA GHILINI**

Studio di filtrazione

PROPONENTE:

IMMOBILIARE PIAVE 83 S.R.L.
VIA PIAVE, 10
20900 - MONZA

PROGETTO URBANISTICO
COORDINAMENTO GENERALE:



CAMERA & PARTNERS
VIA BISTOLFI, 49
20134 MILANO

TEL 02 20241820 FAX 02 29533690
info@camera-partners.com

arch. Davide Camera
arch. Lorenzo Astulfony

DATA PRIMA EMISSIONE
aprile 2014

DATA REVISIONI

ottobre 2014

agosto 2016

DATA SECONDA EMISSIONE
aggiornamento dicembre 2016

CODICE ELABORATO
M.1

rif



GARASSINO s.p.a.

Via Curtatone, 25
20122 MILANO (ITALIA)
Tel.: +39 02 55190493
Fax: +39 02 55181865
E-Mail: garassinosl@garassinosl.it
Internet: www.garassinosl.it



IMMOBILIARE PIAVE 83 S.r.l.
EDIFICI RESIDENZIALI AREA SITA IN
MONZA – Via Piave, 10
Studio di filtrazione

Commessa Job **2188**
Protocollo / Rev Doc. No. **04.00**

| Indica le parti modificate con l'ultima revisione *Latest revision*

REV	DATA DATE	DESCRIZIONE DESCRIPTION	REDATTO PREPARED	CONTROLLATO CHECKED	APPROVATO APPROVED
0	29.07.10	Prima emissione	R. Genchi	A.L. Garassino	A.L. Garassino

MECCANICA DEI TERRENI E INGEGNERIA DELLE FONDAZIONI

Cod. Fisc. e Part. IVA 09893920158 – C.C.I.A.A. Milano 1325801 – Tribunale Milano Reg. Soc. 299857 – Capitale Sociale € 10.400,00 int. vers.

Azienda con Sistema Gestione Qualità ISO 9001:2000 certificato da ICMQ
Company with Quality Management System ISO 9001:2000 certified by ICMQ



INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	3
2.	SINTESI DEI RISULTATI.....	4
3.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
4.	VINCOLI IDROGEOLOGICI.....	7
5.	DESCRIZIONE DELLA ZONA IN STUDIO ED ELEMENTI DEL PROGETTO PRELIMINARE.....	9
6.	ANALISI DI FILTRAZIONE.....	13
6.1	Caratterizzazione dei terreni.....	13
6.2	PLAXIS 2D v.9.2.....	15
6.3	Dati di input e ipotesi progettuali.....	16
6.4	Risultati dell'analisi.....	20

ALLEGATO 1 - Indagini geognostiche

ALLEGATO 2 – PLAXIS 2D v.9.2 - Illustrazioni delle analisi

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	2	90



1. INTRODUZIONE

Nel comune di Monza è prevista la realizzazione di una zona residenziale nell'area sita tra via Piave e via Ghilini, attualmente sede di edifici industriali e artigianali. Il progetto è al momento in fase di approvazione e sono stati presentati gli elaborati relativi al progetto preliminare.

L'intervento è costituito da aree riservate agli edifici residenziali e da aree adibite a verde pubblico. E' prevista inoltre la costruzione di parcheggi interrati a quota -3.40 m dal piano stradale.

La zona oggetto di intervento si trova in fregio al fiume Lambro.

La presente relazione ha lo scopo di studiare i moti di filtrazione dell'acqua dall'alveo del fiume Lambro verso le zone edificate in assenza e in presenza del piano dei parcheggi interrati. Si vuole così evidenziare l'influenza dei manufatti sul naturale deflusso delle acque e le possibili ripercussioni sulle zone circostanti.

Lo studio, considerata la scarsità di dati, si basa su una serie di ipotesi che riguardano principalmente la granulometria dei terreni al di sotto di 4.0 m di profondità da livello strada e i valori di permeabilità orizzontale e verticale, come meglio dettagliato al capitolo 5.

Il presente studio fa riferimento ai risultati di indagini geognostiche già eseguite sull'area, tuttavia i risultati verranno poi aggiornati con i dati ottenuti da una campagna dedicata di indagini geognostiche e misure in sito che sta iniziando ora.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	3	90



2. SINTESI DEI RISULTATI

La presente relazione riassume i risultati delle analisi di filtrazione eseguite in prossimità dell'alveo del fiume Lambro in corrispondenza dell'area di futura realizzazione di un insediamento residenziale nel comune di Monza. L'area in progetto è ubicata tra via Ghilini e via Piave e copre una superficie di circa 7500 m².

Tali analisi hanno lo scopo di valutare l'influenza dei parcheggi interrati previsti dal progetto sul regime di filtrazione delle acque provenienti dal fiume Lambro, come concordato durante la seduta del 28.06.2010 presso la sede dell'AIPO.

L'analisi di filtrazione è stata eseguita in regime di moto stazionario attraverso il codice di calcolo bidimensionale verticale agli elementi finiti PLAXIS 2D v. 9.2 sulla base della caratterizzazione dei terreni, dei livelli idrici previsti nell'alveo del fiume Lambro in occasione dell'evento di piena bicentenaria e di diverse condizioni al contorno (assenza e presenza di strutture interrate).

Il modello è stato tarato sulla base delle osservazioni eseguite in concomitanza di eventi di piena importanti, ma che non hanno dato luogo ad esondazione. In tali occasioni la superficie freatica è risultata talvolta affiorante (Analisi 1, Cap. 6.4). La costruzione dei parcheggi interrati è stata modellata tramite l'inserimento di un elemento totalmente impermeabile. In tal caso il flusso, incontrando la superficie impermeabile della struttura, mostra un abbassamento al di sotto di essa adottando valori di permeabilità orizzontale e verticale sensibilmente differenti come da modello (Analisi 2, cap. 6.4). Un'ulteriore analisi è stata eseguita per riferimento considerando identici i valori di permeabilità orizzontale e verticale (Analisi 4, cap. 6.4). Tale modello, in assenza di strutture, mostra un progressivo allontanamento della superficie freatica dal piano campagna e quindi risulta, ai fini dell'analisi, meno penalizzante del precedente. Anche in tale caso, naturalmente, non si evidenziano risalite a valle della struttura.

Allo scopo di ridurre la sottospinta nella fondazione si è valutato l'effetto della presenza di uno strato di materiale drenante (elevata permeabilità) al di sotto della struttura (Analisi 3, Cap. 6.4). Questo costituisce naturalmente una via preferenziale di filtrazione. L'analisi mostra che il

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	4	90



livello della linea freatica, una volta superata la struttura, si innalza leggermente rispetto alla condizione senza strato drenante, senza però superare il piano campagna.

Allo stesso scopo si è effettuata anche un'analisi considerando la presenza di un taglione (Analisi 6, Cap. 6.4), che tende ad allontanare le linee di flusso dalla fondazione stessa. L'analisi è stata condotta considerando una lunghezza interna (misurata quindi dalla base della fondazione) pari a 2.0 m e 4.0 m. Nel primo caso non si sono notate apprezzabili variazioni nel campo di velocità, mentre con il taglione lungo 4.0 m si è osservata la deformazione del campo di velocità e una generale riduzione della sottospinta idraulica.

Un'analisi di dettaglio della zona compresa tra l'alveo del fiume Lambro e i parcheggi interrati è stata eseguita modificando gradualmente lo spessore dello strato più superficiale, che presenta livelli coesivi e dunque meno permeabili (Analisi 5, Cap. 6.4). Un ulteriore contributo alla riduzione della permeabilità in questa zona è dovuto alla presenza del manto stradale. Le analisi sono state eseguite in assenza di tale strato e per spessori variabili tra 0.5 m e 2.0 m. Da queste si evince che una risalita di acqua per filtrazione è possibile in prossimità dell'alveo ed è tanto più probabile quanto meno spesso è il livello a permeabilità ridotta.

Dalle analisi eseguite si deduce che la presenza dei parcheggi interrati, pur influenzando i percorsi di drenaggio, non incrementa la possibilità di risalite a valle della struttura rispetto alla condizione attuale.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	5	90



3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [Ref. 1] Camera & Partners – PARERE PREVENTIVO Art. 39 delle NTA del P.P.R. – Area sita in Monza, via Piave 10 – *STATO DI FATTO – PIANTA DELLA COPERTURE – 142 MNZ – PRE - 01.*
- [Ref. 2] Camera & Partners – PARERE PREVENTIVO Art. 39 delle NTA del P.P.R. – Area sita in Monza, via Piave 10 - *PROGETTO PRELIMINARE – PIANTA DELLA COPERTURE – 142 MNZ – PRE - 02.*
- [Ref. 3] Camera & Partners – PARERE PREVENTIVO Art. 39 delle NTA del P.P.R. – Area sita in Monza, via Piave 10 - *PROGETTO PLANIVOLUMETRICO – 142 MNZ – PRE - 04.*
- [Ref. 4] ADBPO - *Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona – SEZIONI ALVEO: 94-2; 94-1; 94; 94bis; 93-4.*
- [Ref. 5] Tamberi dott. Marco – Geologo - *Area via Piave – Monza – ESITI DELLE INDAGINI AMBIENTALI, Maggio 2004.*

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	6	90



4. VINCOLI IDROGEOLOGICI

Il progetto preliminare tiene in considerazione i vincoli idrogeologici, territoriali, paesaggistici e dei servizi, studiati ed individuati nei documenti di seguito elencati.

- [1] COMUNE DI MONZA - PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO – *PIANO DELLE REGOLE* – Individuazione del reticolo idrografico principale e minore – *Individuazione dei corpi idrici superficiali* - C13 – Tav. 1 – 03.07.2008
- [2] COMUNE DI MONZA - PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO – *PIANO DELLE REGOLE* – Individuazione del reticolo idrografico principale e minore – *Individuazione del reticolo idrografico principale e minore e delle relative fasce di rispetto* - C13 – Tav. 2C – 07.01.2009
- [3] COMUNE DI MONZA - PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO – *PIANO DELLE REGOLE* – Documento di Piano - *Vincoli in atto sul territorio* – Tav. A1.
- [4] COMUNE DI MONZA - PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO – *PIANO DELLE REGOLE* – Componente geologica, idrogeologica e sismica – *Parte geologica: Norme Tecniche Geologiche* - C12 - Elab. 1 – Settembre 2005.
- [5] COMUNE DI MONZA - PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO – *PIANO DELLE REGOLE* – Componente geologica, idrogeologica e sismica – *Parte geologica: sintesi* - C12 – Tav. 12c – Ottobre 2005.
- [6] COMUNE DI MONZA - PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO – *PIANO DELLE REGOLE* – Componente geologica, idrogeologica e sismica – *Parte geologica: fattibilità geologica* - C12 – Tav. 13c – Ottobre 2005.
- [7] COMUNE DI MONZA - PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO – *PIANO DELLE REGOLE* – Componente geologica, idrogeologica e sismica – *Parte geologica: legenda* - C12 – Tav. 13 – Ottobre 2005.
- [8] COMUNE DI MONZA - PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO – *PIANO DELLE REGOLE* – Componente geologica, idrogeologica e sismica – *Parte idraulica: zonazione delle classi di rischio* - C12 – Tav. 4b – Giugno 2004.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	7	90



- [9] COMUNE DI MONZA - PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO – *PIANO DELLE REGOLE* – Componente geologica, idrogeologica e sismica – *Parte sismica: Relazione tecnica e Indicazioni Normative* - C12 – Ottobre 2007.
- [10] COMUNE DI MONZA - PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO – *PIANO DELLE REGOLE* – Componente geologica, idrogeologica e sismica – *Parte sismica: pericolosità sismica locale* - C12 – Tav. 1C - Ottobre 2007.
- [11] COMUNE DI MONZA - PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO – *PIANO DELLE REGOLE* – Documento di Piano – *Carta di uso del suolo* – Tav. A3.
- [12] AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME PO - *PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)* – *Intervento sulla rete idrografica e sui versanti* – 7. Norme di attuazione - (STRALCIO).

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	8	90



5. DESCRIZIONE DELLA ZONA IN STUDIO ED ELEMENTI DEL PROGETTO PRELIMINARE

L'area in progetto è ubicata nel comune di Monza tra via Ghilini e via Piave e copre una superficie pari a circa 7300 m², affiancando il fiume Lambro per circa 110 m, come illustrato in figura 5.1.

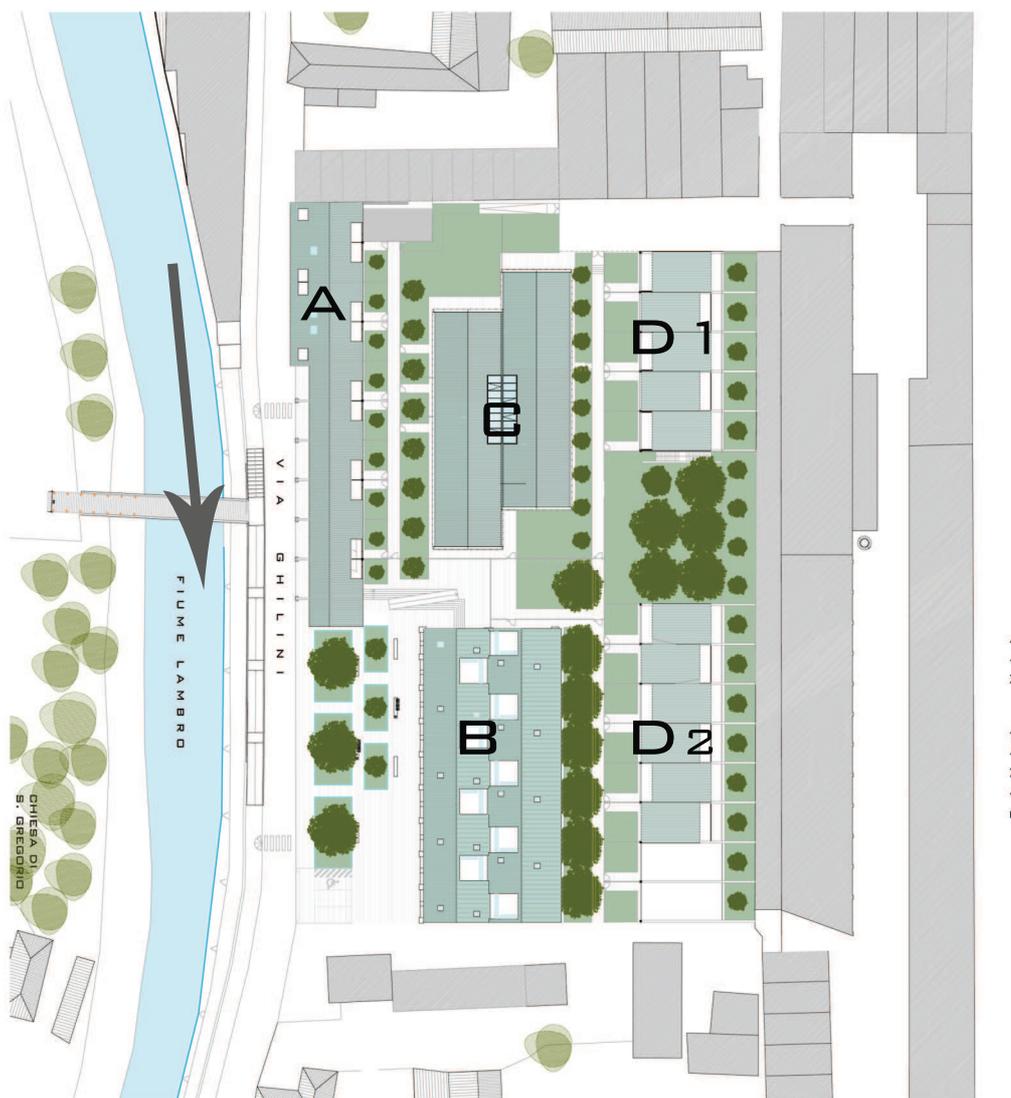


Figura 5.1 – Pianta della copertura

L'area in oggetto si trova ad una distanza di circa 10.0 m dall'alveo, in accordo con requisiti di rispetto delle zone fluviali. Allo stato attuale è occupata da edifici artigianali/industriali, come illustrato nelle figure 5.2 e 5.3.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	9	90



Figura 5.2 – STATO ATTUALE - Foto aerea del sito

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	10	90

Azienda con Sistema Gestione Qualità ISO 9001:2000 certificato da ICMQ
Company with Quality Management System ISO 9001:2000 certified by ICMQ

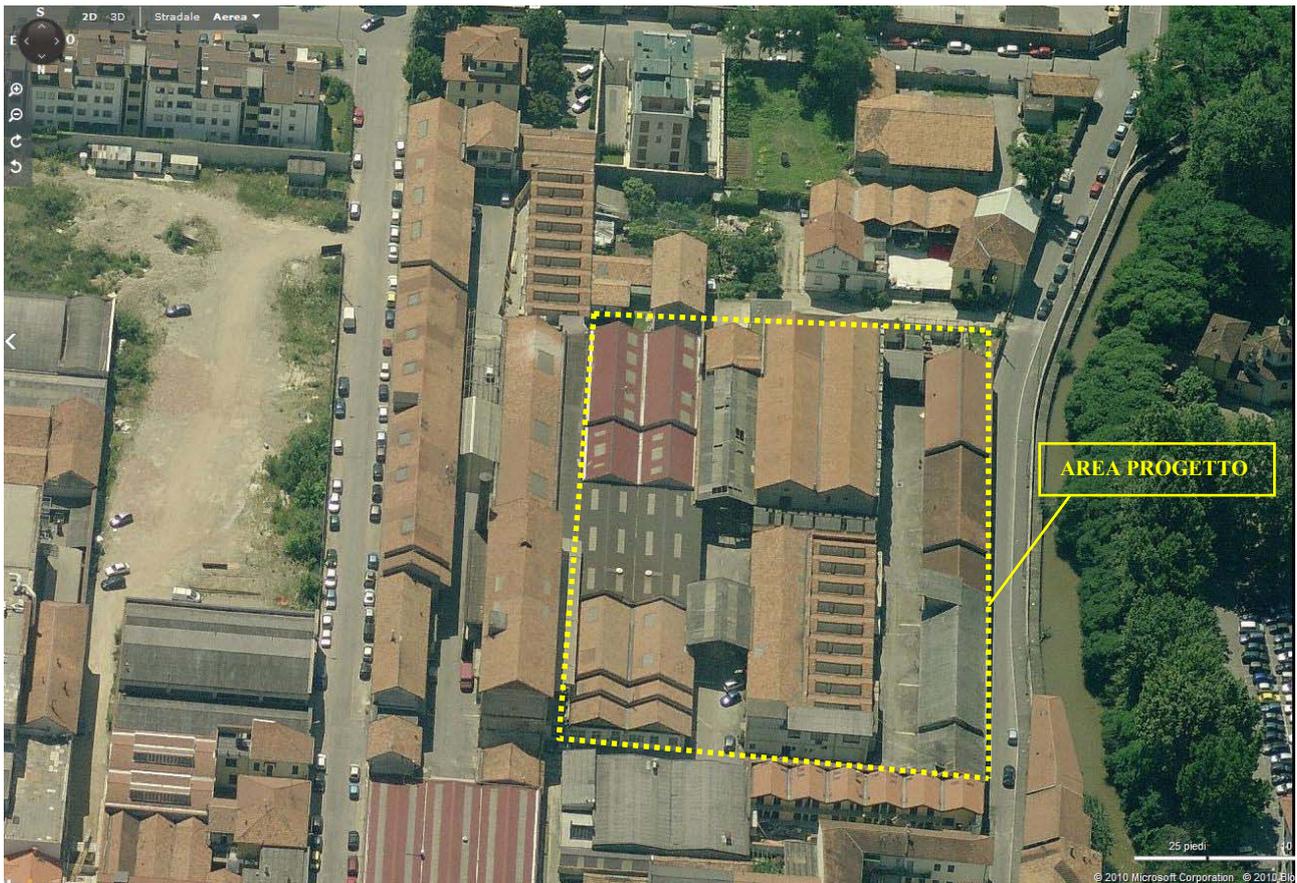


Figura 5.3 – STATO ATTUALE - Foto aerea vista da NORD

Nella parte più prossima al fiume il progetto prevede sia la presenza di edifici residenziali, per una lunghezza di circa 80.0 m parallelamente ad esso, sia aree a verde per i restanti 30.0 m circa. E' prevista inoltre la costruzione di un piano di parcheggi interrati.

La quota del livello stradale di via Ghilini (parallela al corso del fiume) è pari a 154.80 m s.l.m., mentre la quota attuale del parapetto è pari a 156.12 m s.l.m., come illustrato in figura 5.4.

Nei risultati delle analisi (Capitolo 6.4) si tenga conto, come indicato, che 0.00 = +100.0 m s.l.m.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	11	90



SEZIONE TIPICA AREA DI PROGETTO

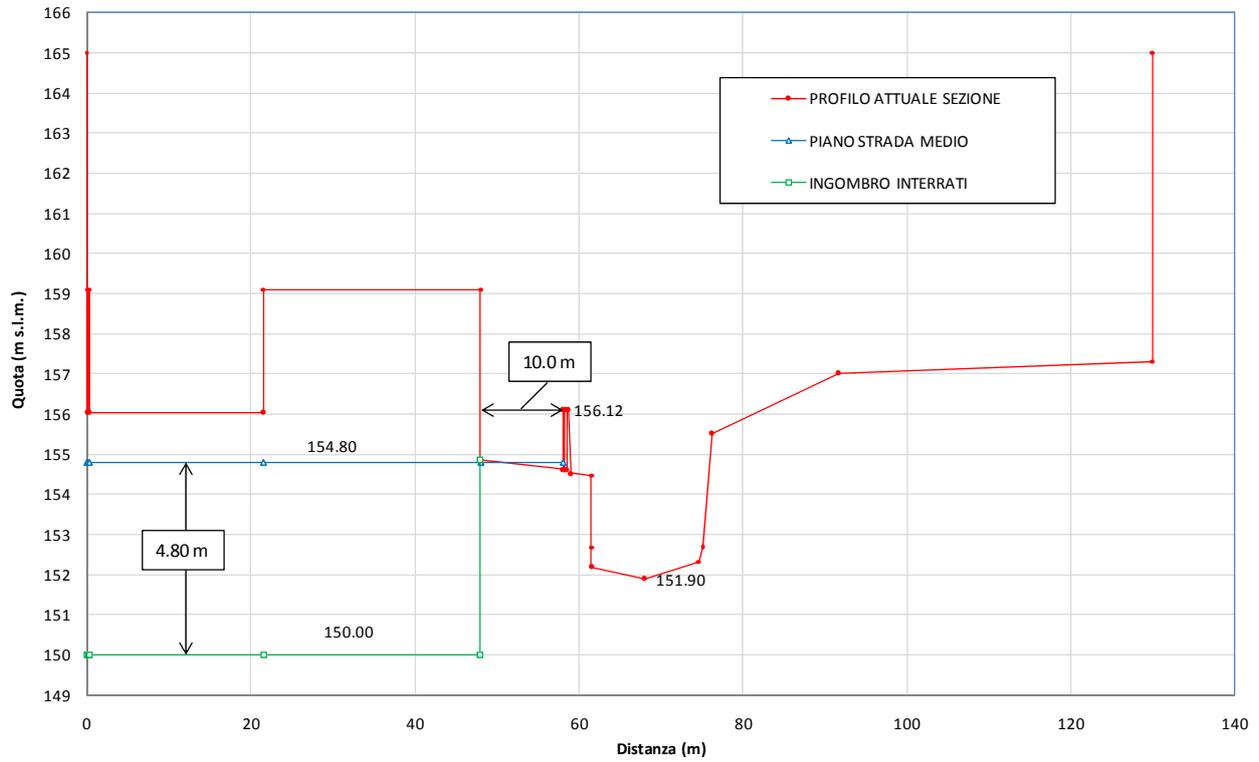


Figura 5.4 – Sezione attuale tipica dell'area progetto

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	12	90



6. ANALISI DI FILTRAZIONE

Nel presente capitolo sono illustrati i dati di progetto, le ipotesi, gli strumenti e i risultati della valutazione dei percorsi di filtrazione delle acque del fiume Lambro.

Le analisi sono state eseguite sia nelle condizioni di assenza di strutture interrato, situazione corrispondente allo stato attuale, sia in presenza dei previsti parcheggi sotterranei in concomitanza di un evento di piena.

6.1 Caratterizzazione dei terreni

In prossimità dell'area in progetto sono stati eseguiti alcuni sondaggi spinti fino alla profondità di 4.0 m circa (in allegato). I sondaggi sono identificati con le sigle da S7 a S12. Di questi è disponibile la descrizione stratigrafica che si riporta sinteticamente di seguito. I primi centimetri sono caratterizzati dalla presenza di asfalto (sondaggi da S7 a S8) o di una soletta in calcestruzzo (sondaggi da S10 a S12). Al di sotto dell'asfalto è presente uno strato di riporto antropico eterogeneo (possibile cassonetto stradale) di spessore variabile tra 0.5 m e 1.0 m.

La componente principale dei terreni naturali è costituita da sabbia fine e finissima con ghiaia da fine a grossolana e ciottoli per tutto lo spessore indagato del deposito (4.0 m). Nei sondaggi più prossimi all'alveo del fiume Lambro e fino alla profondità di 1.5-1.8 m sono presenti livelli di sabbia limosa e livelli più coesivi di limo con sabbia e localmente argilla. Tali depositi sono senza dubbio sedimenti fini fluviali, probabilmente ad elevata componente organica.

La successiva figura 6.1.1 illustra sinteticamente quanto sopra.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	13	90

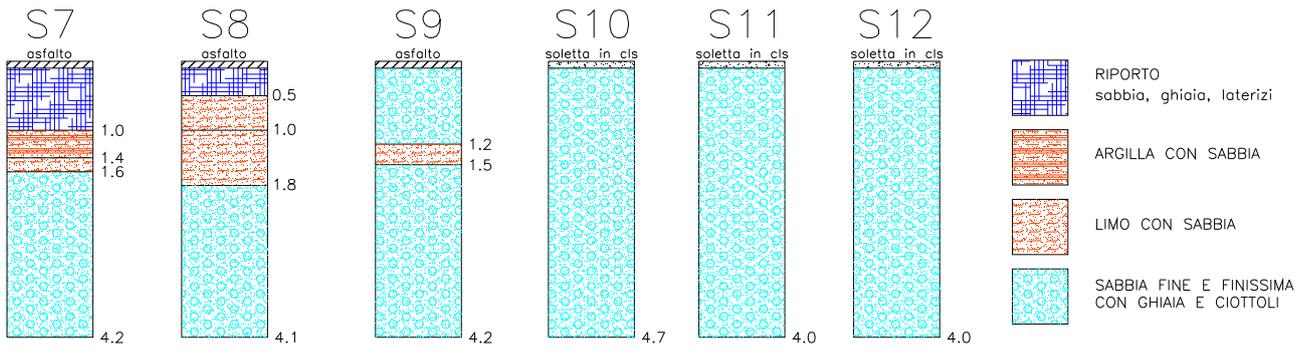


Figura 6.1.1 – Stratigrafie sondaggi

Il livello della falda freatica è stato valutato sulla base delle mappe rese disponibili dalla Provincia di Milano, riportate nelle figure 6.1.2 e 6.1.3 e dal documento 5 (Cap. 4). Come si evince da tali mappe, in prossimità del fiume Lambro la falda ha una soggiacenza minima variabile tra 5.0 m e 10.0.

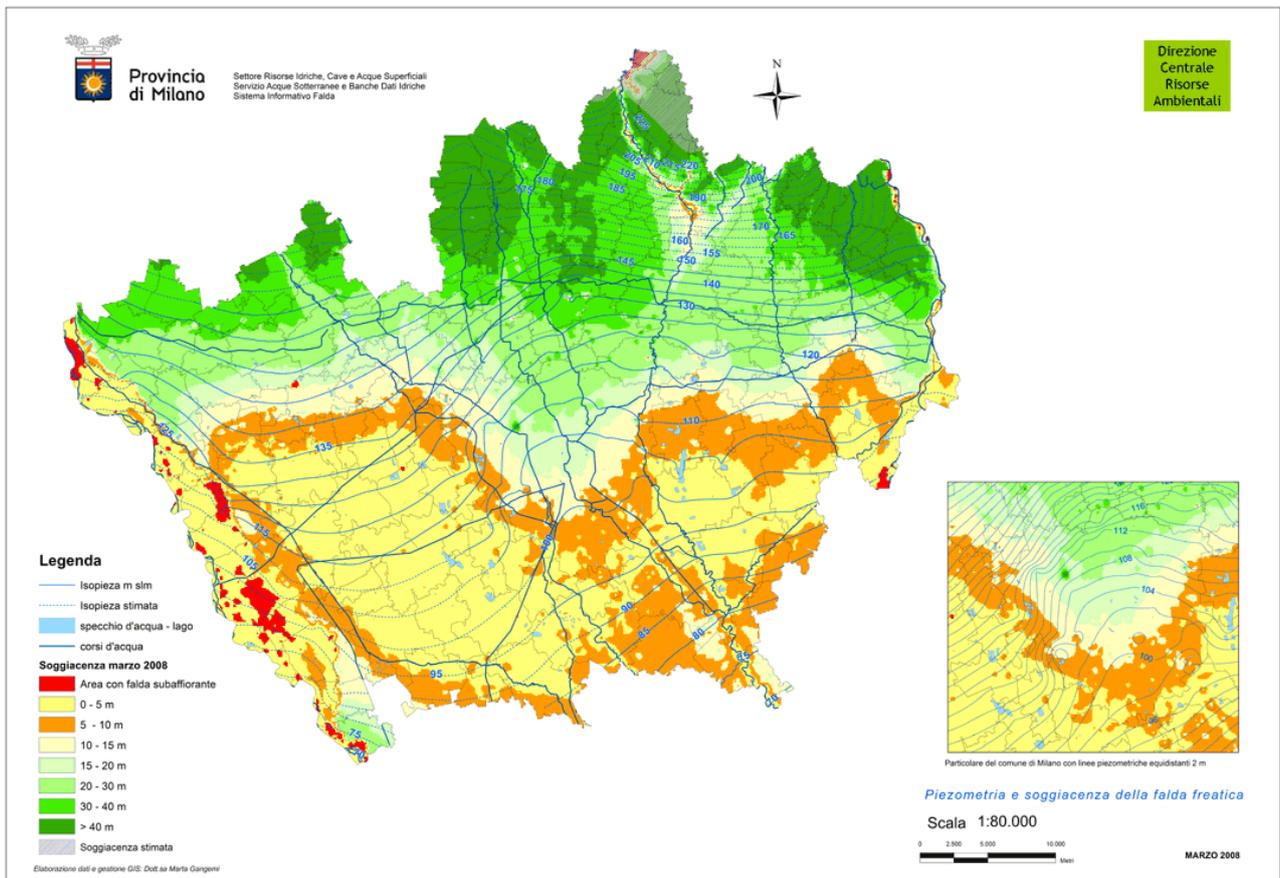


Figura 6.1.2 – Isopieze della falda freatica – MARZO 2008

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	14	90

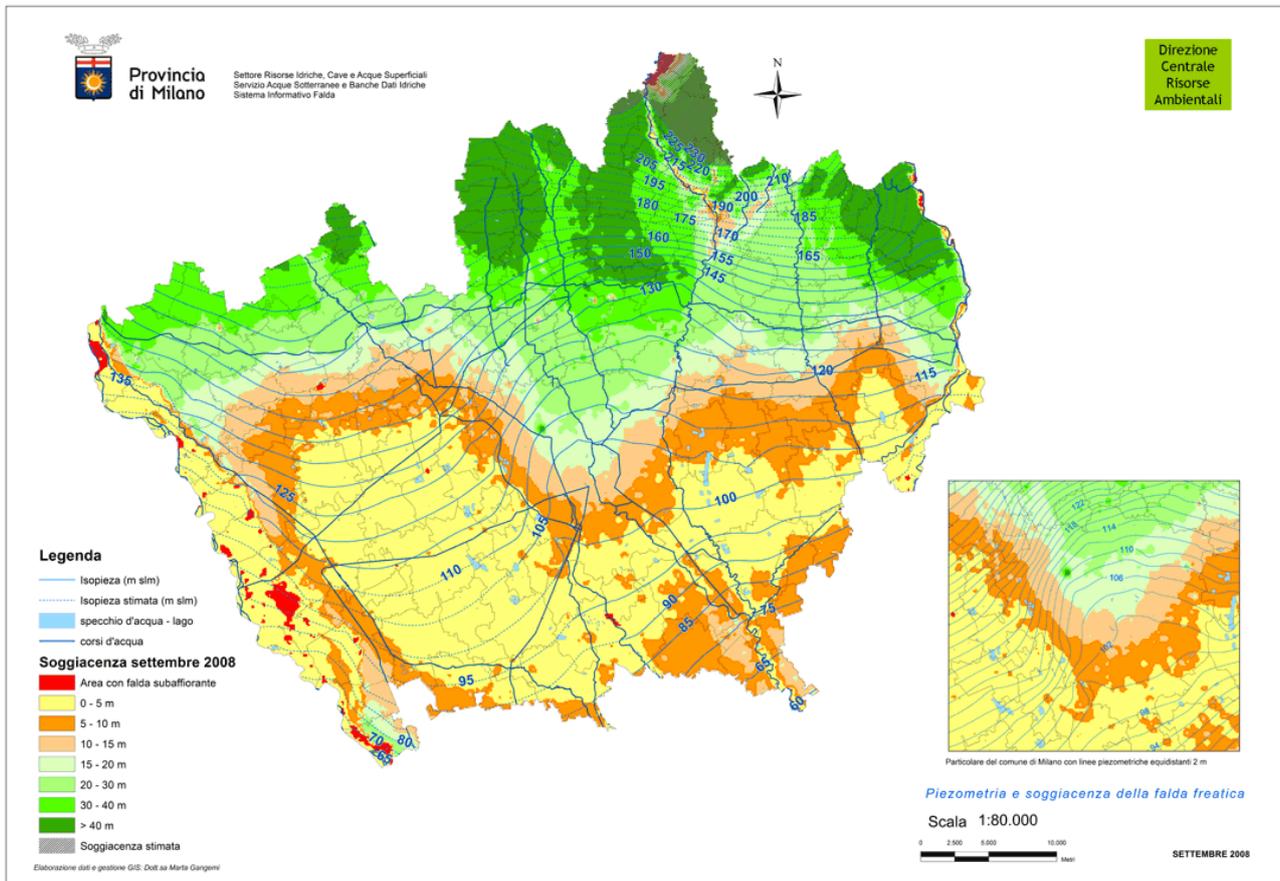


Figura 6.1.3 - Isopieze della falda freatica – SETTEMBRE 2008

6.2 PLAXIS 2D v.9.2

PLAXIS è un software ad elementi finiti, sviluppato dalla University of Delft (the Netherlands), che lavora in campo bidimensionale, sia con un modello assialsimmetrico, sia in regime di deformazioni piane.

Sviluppato per le analisi di tipo geotecnico, consente di avere diverse applicazioni, come lo studio delle deformazioni sotto l'effetto di carichi esterni e le verifiche di stabilità. Il terreno è schematizzato attraverso una mesh costituita da elementi triangolari a 6 o 15 nodi. Il programma permette anche l'inserimento di elementi strutturali di vario tipo. Ai diversi tipi di materiale sono

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	15	90



attribuiti i parametri fisici, meccanici e di permeabilità e viene definito il modello costitutivo e il tipo di comportamento (drenato, non drenato, non poroso).

Il programma infine consente di studiare i moti di filtrazione nel terreno, in regime di moto stazionario, sulla base della definizione preliminare dei livelli di falda, della permeabilità dei terreni e delle condizioni al contorno specificate.

6.3 Dati di input e ipotesi progettuali

Il modello del sottosuolo in regime di deformazioni piane è stato sintetizzato sulla base delle informazioni riassunte nel paragrafo 6.1. Al fine di consentire l'esecuzione delle analisi sono state fatte inoltre alcune ragionevoli ipotesi sugli aspetti non indagati dalle investigazioni, riguardanti in particolare:

- coefficienti di permeabilità orizzontale (k_h) e verticale (k_v);
- profondità del livello impermeabile.

Sono stati inoltre attribuiti ai materiali parametri meccanici per esigenze di calcolo, parametri che peraltro non influenzano il moto delle particelle d'acqua e dunque i risultati dell'analisi di filtrazione. Sinteticamente e a favore di sicurezza il terreno è stato così caratterizzato:

da 0.0 m a -0.5 m (da 149.8 m s.l.m. a 149.3 m s.l.m):

STRATO SUPERFICIALE A PERMEABILITA' RIDOTTA

Modello "drenato"

- **peso di volume naturale** $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$;
- **modulo di Young** $E = 20 \text{ MPa}$;
- **angolo di attrito interno** $\phi = 30^\circ$;
- **coefficiente di Poisson** $\nu = 0.3$;
- **permeabilità orizzontale** $k_h = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$;
- **permeabilità verticale** $k_v = 1 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$;

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	16	90



da -0.5 m a -15.0 m (da 149.3 m s.l.m. a 134.8 m s.l.m):

□ **SABBIA DA FINE A GROSSOLANA CON GHIAIA E LIMO**

Modello "drenato"

- peso di volume naturale $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$;
- modulo di Young $E = 30 \text{ MPa}$;
- angolo di attrito interno $\phi = 30^\circ$;
- coefficiente di Poisson $\nu = 0.3$;
- permeabilità orizzontale $k_h = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$;
- permeabilità verticale $k_v = 1 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$;

Quota di falda: **-5.0 m = 149.8 m s.l.m.**

Inoltre sono state definite le strutture:

□ **PARCHEGGI INTERRATI e TAGLIONE**

Modello "non poroso"

- peso di volume naturale $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$;
- modulo di Young $E = 30 \cdot 10^6 \text{ MPa}$;
- coefficiente di Poisson $\nu = 0.2$

e i parametri di un eventuale strato drenante al di sotto delle strutture:

□ **STRATO DRENANTE spessore 0.5 m (OPZIONE)**

Modello "drenato"

- peso di volume naturale $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$;
- modulo di Young $E = 50 \text{ MPa}$;
- angolo di attrito interno $\phi = 36^\circ$;
- coefficiente di Poisson $\nu = 0.3$;
- permeabilità orizzontale $k_h = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$;
- permeabilità verticale $k_v = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$;

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	17	90



Per quanto concerne i livelli idrici nel corso d'acqua, è stato eseguito un calcolo preliminare tramite il software monodimensionale HEC-RAS. L'analisi ha dimostrato che in occasione dell'evento di piena con tempo di ritorno $T_R = 200$ anni, corrispondente ad una portata in alveo pari a $Q = 200 \text{ m}^3/\text{s}$, il livello idrico massimo nel tratto di fiume parallelo all'area di progetto è compreso tra 156.36 m s.l.m. e 156.48 m s.l.m., che significa una altezza tra 24.0 cm e 36.0 cm al di sopra del parapetto (posto a 156.12 m s.l.m.). Una ulteriore analisi è stata eseguita considerando una portata in condizioni normali, dedotta dalla bibliografia, pari a $6 \text{ m}^3/\text{s}$. Questa ha fornito un livello idrico nelle sezioni d'interesse pari a circa 153.40 m s.l.m., quindi di scarso interesse.

Poiché in caso di esondazione la conoscenza dei moti di filtrazione perde di significato, per la presente analisi si è adottato come livello massimo il livello idrico pari al punto di esondazione, ossia a quota parapetto:

□ **livello idrico di progetto piena: $h = 156.12 \text{ m s.l.m.}$**

Il modello è stato limitato all'asse di simmetria dell'alveo fluviale, in considerazione del fatto che si presume in prima approssimazione che i medesimi moti di filtrazione avvengano da entrambi i lati dell'alveo stesso.

Sono stati infine introdotti "*close flow boundaries*", ossia elementi posti al contorno del modello ove si voglia assicurare l'interruzione del flusso idraulico. Nel presente caso questi sono stati posti in corrispondenza dell'asse dell'alveo fluviale e alla base del livello sabbioso.

Le figure 6.3.1 e 6.3.2 illustrano la configurazione idraulica e la mesh di partenza in assenza di opere interraste, mentre le figure 5.3.3 e 5.3.4 mostrano le medesime informazioni in presenza dei parcheggi in progetto. La figura 5.3.5 mostra la mesh con la posizione di uno strato drenante sotto le strutture. Come si può osservare, il modello si prolunga oltre l'area di progetto includendo via Piave.

Nell'esposizione grafica dei risultati $0.00 = +100 \text{ m s.l.m.}$

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	18	90

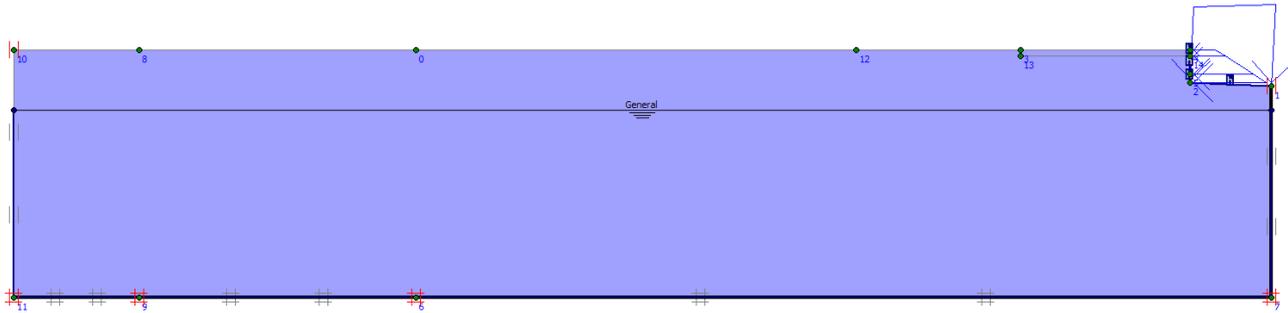


Figura 6.3.1 – Modello di calcolo in assenza dei parcheggi interrati

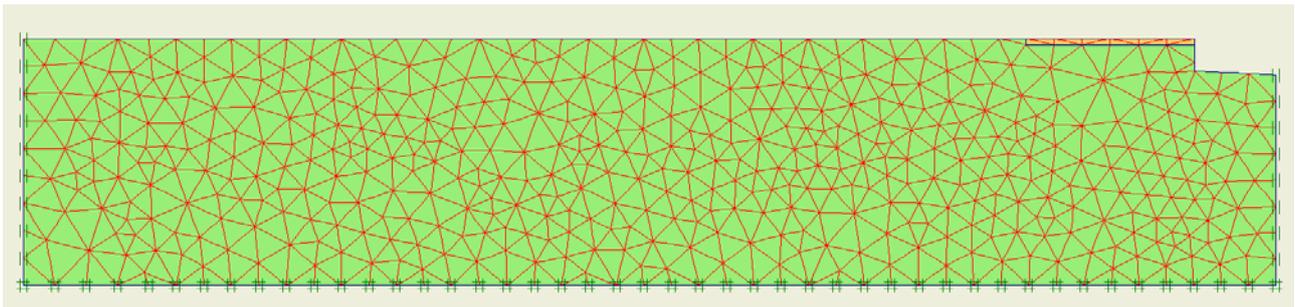


Figura 6.3.2 – Mesh di calcolo in assenza dei parcheggi interrati

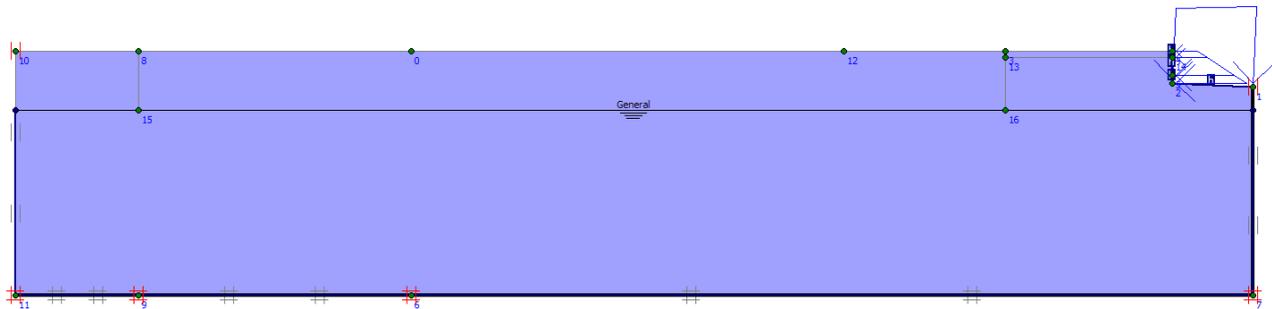


Figura 6.3.3 – Modello di calcolo in presenza dei parcheggi interrati

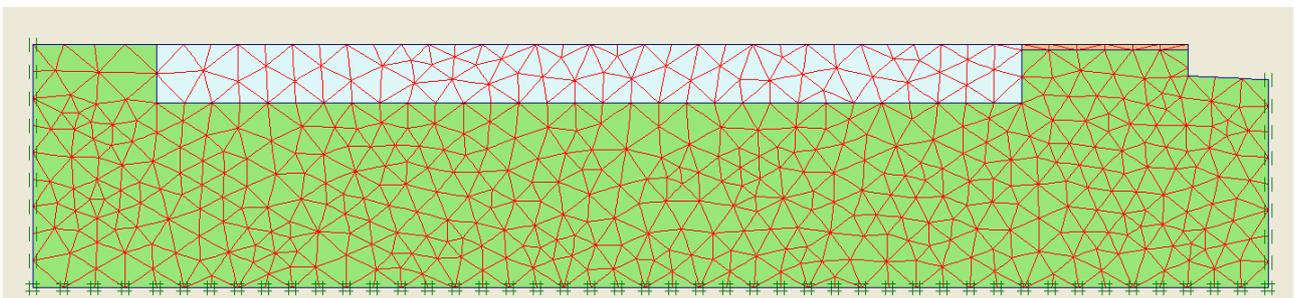


Figura 6.3.4 – Mesh di calcolo in presenza dei parcheggi interrati

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	19	90

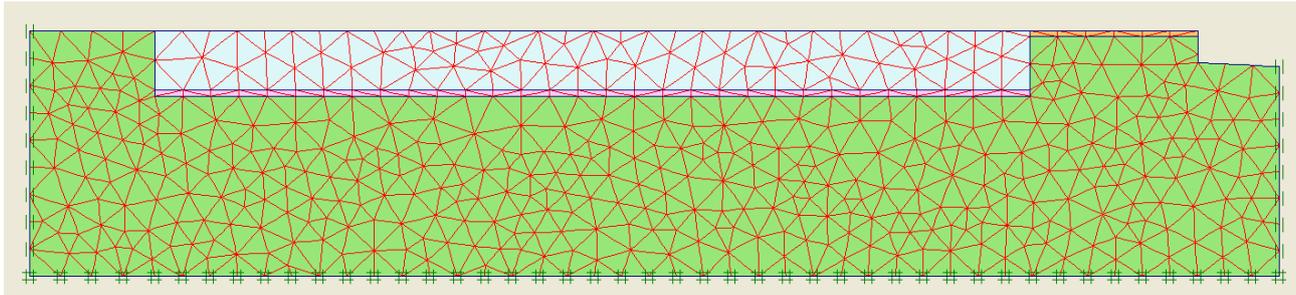


Figura 6.3.5 – Mesh di calcolo in presenza dei parcheggi interrati e strato drenate

6.4 Risultati dell'analisi

La tabella seguente 6.4.I riassume le analisi eseguite. Le figure sono mostrate con maggiore definizione in Allegato 2.

Evidenze storiche mostrano che durante eventi di piena particolarmente importanti, in assenza però di esondazione, si sono registrate emergenze di acqua a distanza di 50.0 – 70.0 m dall'alveo fluviale. Questo fatto può essere correlato sia a fenomeni di filtrazione legati alla presenza di livelli a differente permeabilità, sia ad un innalzamento del livello della superficie freatica tale da affiorare ove la superficie topografica risulta un poco più depressa. Per tale motivo la prima fase dell'analisi è consistita in un adeguamento del modello alle evidenze sperimentali (fase di VERIFICA DEL MODELLO). Successivamente si è valutata l'influenza dell'introduzione di una struttura totalmente impermeabile sul regime di filtrazione (ANALISI).

N°	DESCRIZIONE DELL'ANALISI	STRUTTURA	LIV. IDRICO
VERIFICA DEL MODELLO			
1	Analisi in assenza di strutture con livello idrico al punto di esondazione (parapetto)	NO	+ 156.12 m s.l.m.
ANALISI			
2	Analisi in presenza di strutture con livello idrico al punto di esondazione (parapetto)	SI	+ 156.12 m s.l.m.
3	Analisi in presenza di strutture con livello idrico al punto di esondazione (parapetto) e strato drenante sotto la struttura interrata	SI	+ 156.12 m s.l.m.

Tabella 6.4.I – Analisi eseguite

Nelle pagine successive sono riassunti e commentati i risultati delle analisi.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	20	90

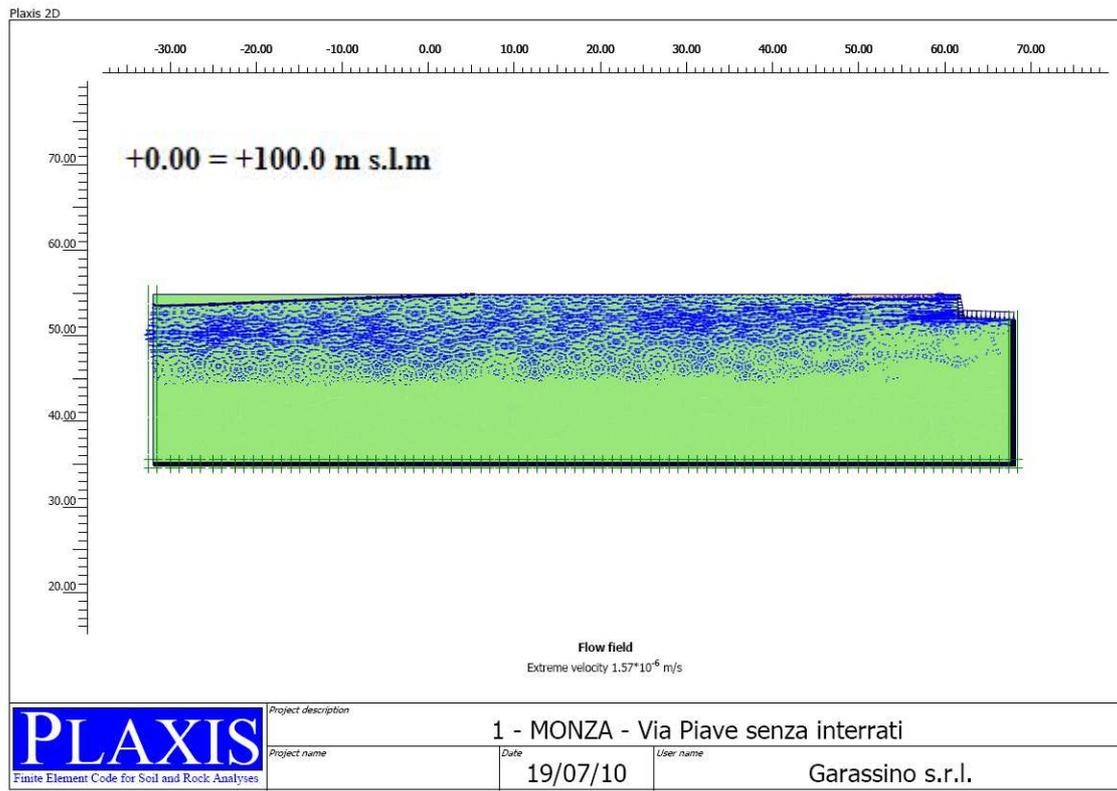


Figura 6.4.1 – MODELLO IN ASSENZA DI STRUTTURE INTERRATE - Campo di velocità

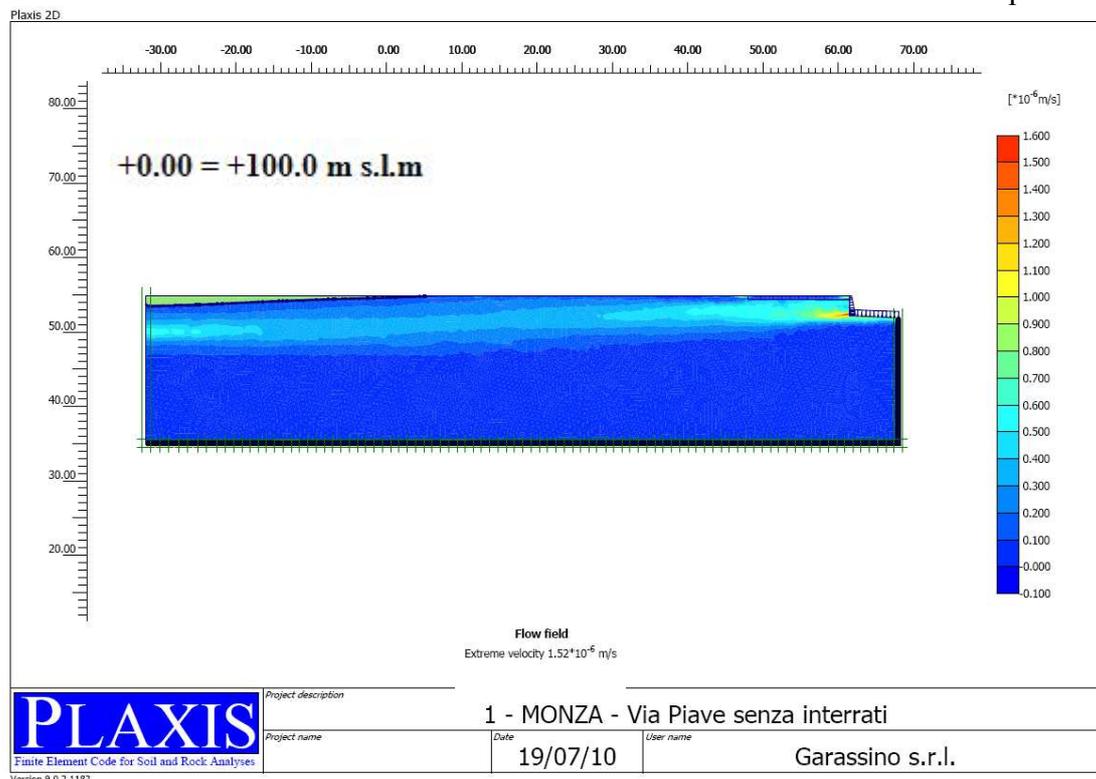


Figura 6.4.2 – MODELLO IN ASSENZA DI STRUTTURE INTERRATE - Campo di velocità

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	21	90

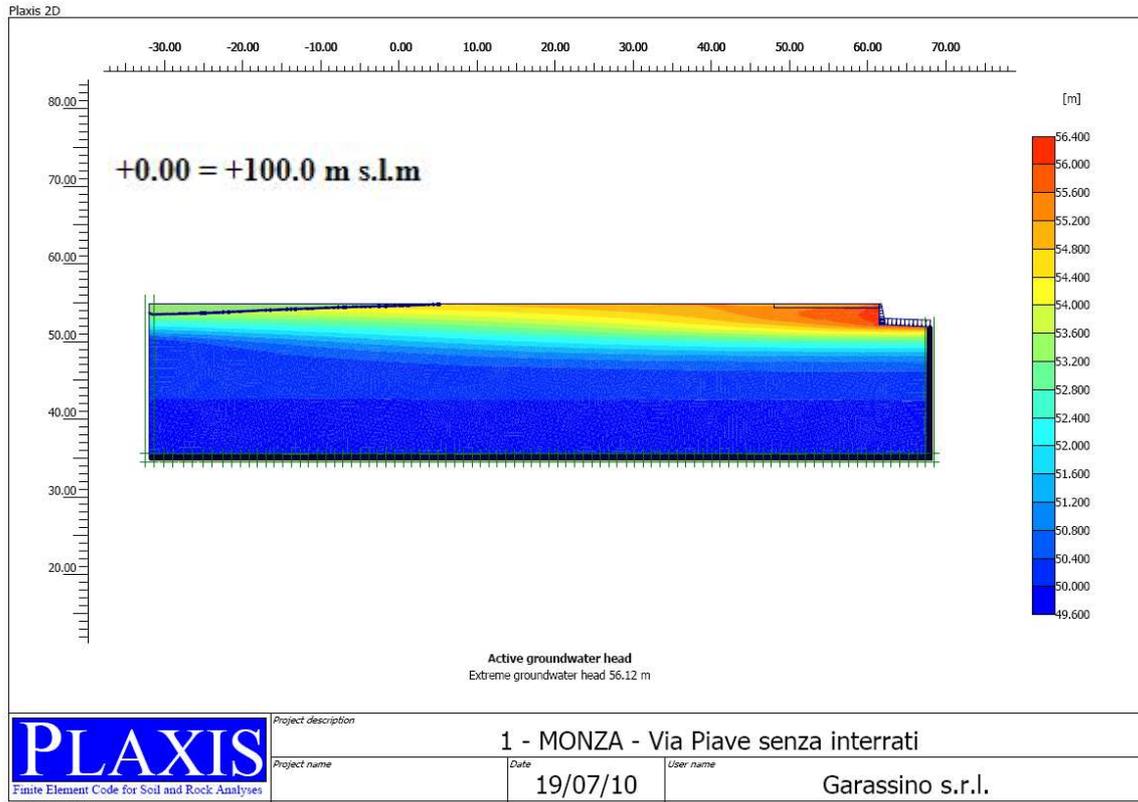


Figura 6.4.3 – MODELLO IN ASSENZA DI STRUTTURE INTERRATE - Carico idraulico

Il modello proposto, con una permeabilità orizzontale decisamente superiore a quella verticale ($k_h = 1 \cdot 10^{-5}$, $k_v = 1 \cdot 10^{-8}$), riproduce le condizioni effettivamente verificatesi, con falda affiorante. La superficie freatica ha una tendenza all'innalzamento e poi torna ad abbassarsi man mano che ci si allontana dalla zona di alimentazione (Figure 6.4.1, 6.4.2 e 6.4.3).

Nelle figure successive è mostrato come si modifica tale andamento in presenza dei parcheggi interrati. Il flusso tende ad incanalarsi al di sotto della struttura dissipando energia e perdendo progressivamente velocità. Al termine della struttura non vi è risalita di acqua (figure 6.4.4, 6.4.5 e 6.4.6)

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	22	90

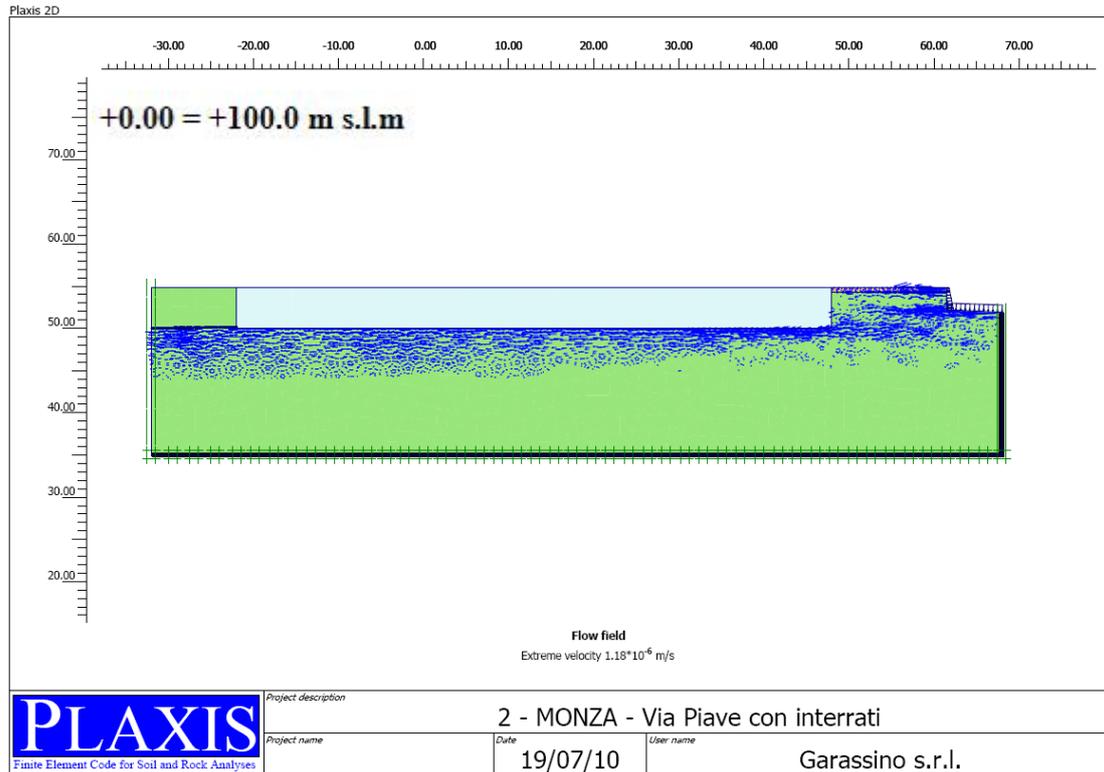


Figura 6.4.4 – MODELLO IN PRESENZA DI STRUTTURE INTERRATE - Campo di velocità

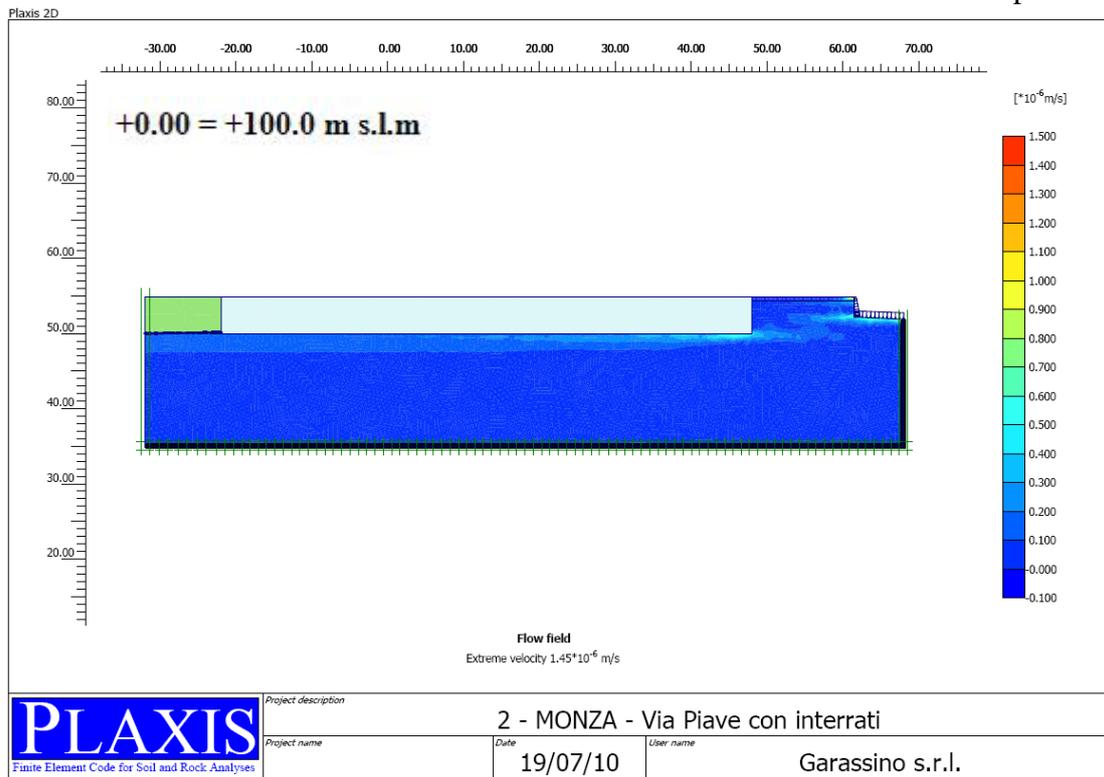


Figura 6.4.5 – MODELLO IN PRESENZA DI STRUTTURE INTERRATE - Campo di velocità

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	23	90

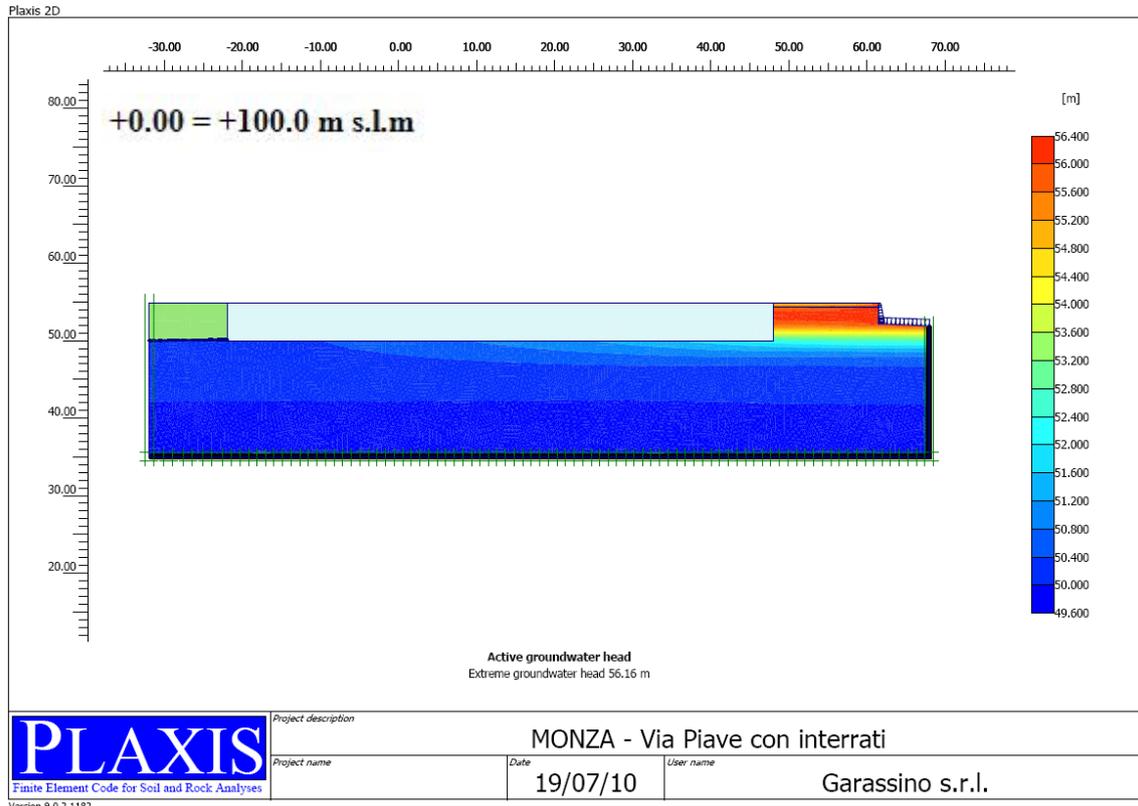


Figura 6.4.6 – MODELLO IN PRESENZA DI STRUTTURE INTERRATE - Carico idraulico

Nella successiva analisi è stata ipotizzata la presenza di uno strato drenante al di sotto della struttura in calcestruzzo. Il risultato è un incremento della velocità di flusso nello strato drenante e un leggero innalzamento della linea freatica al di là della struttura, senza particolari effetti di rilievo in superficie (Figure 6.4.7, 6.4.8 e 6.4.9).

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	24	90

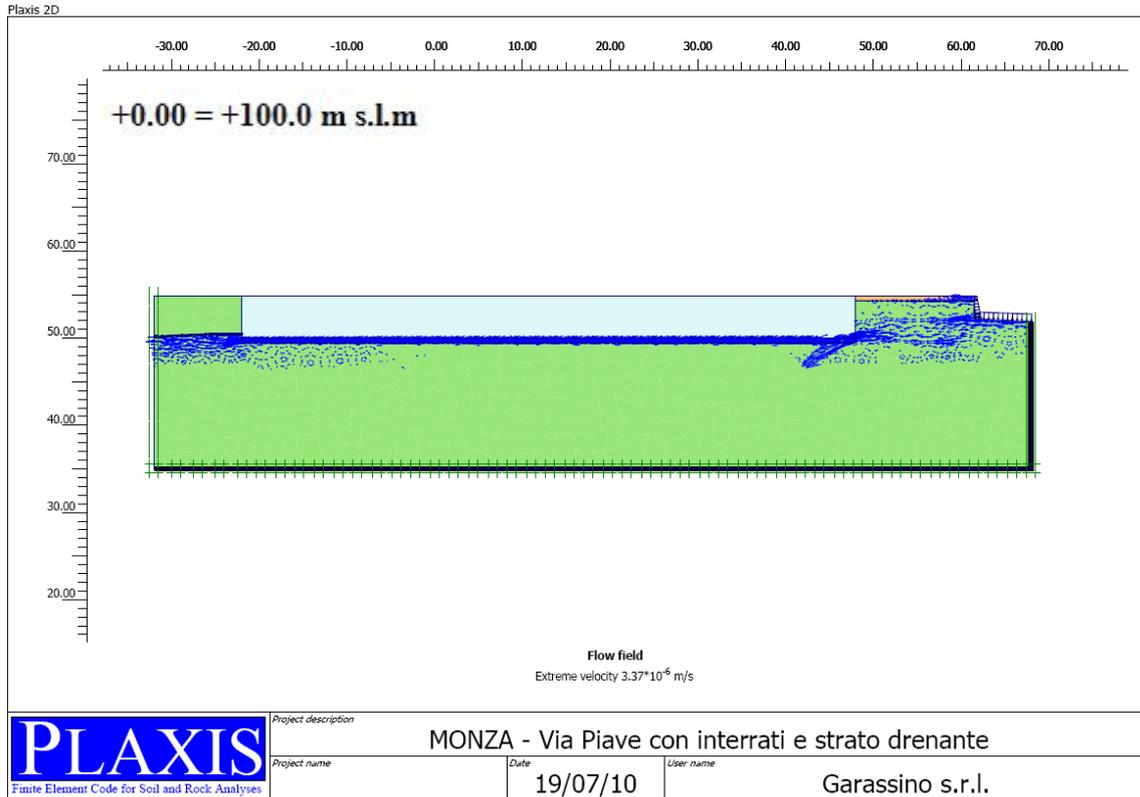


Figura 6.4.7 – MODELLO CON STRATO DRENANTE - Campo di velocità

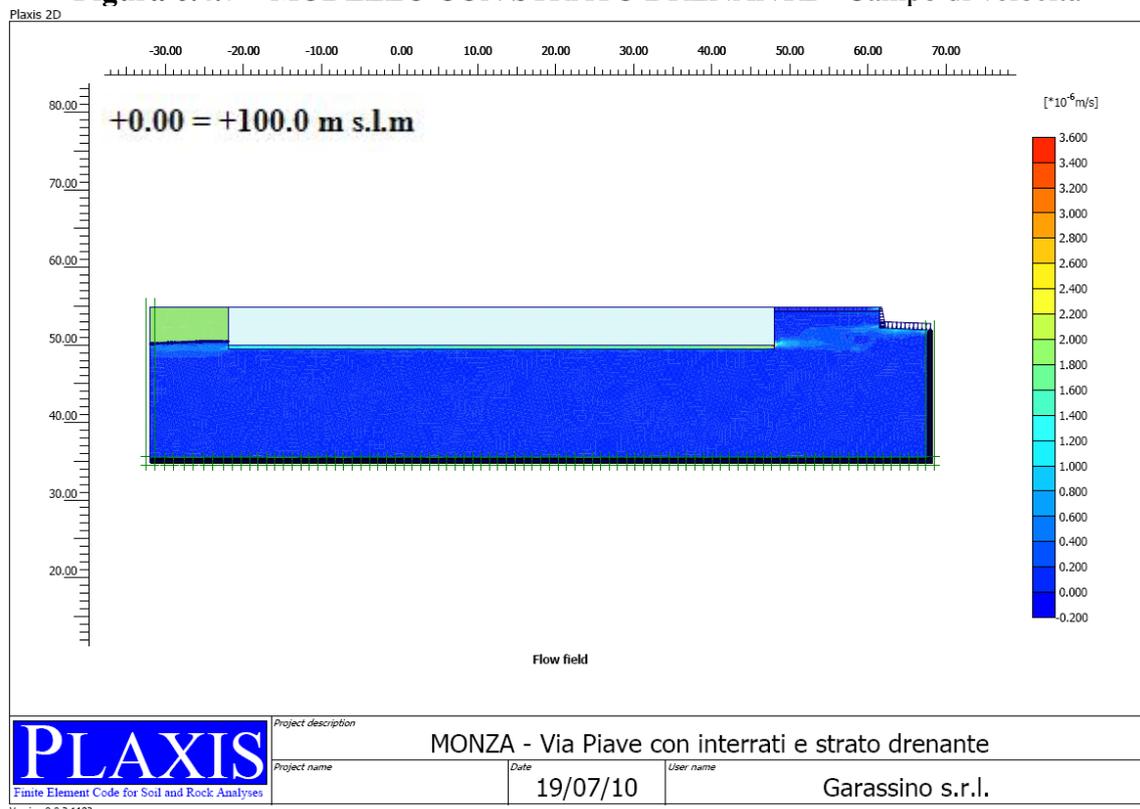


Figura 6.4.8 – MODELLO CON STRATO DRENANTE - Campo di velocità

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	25	90

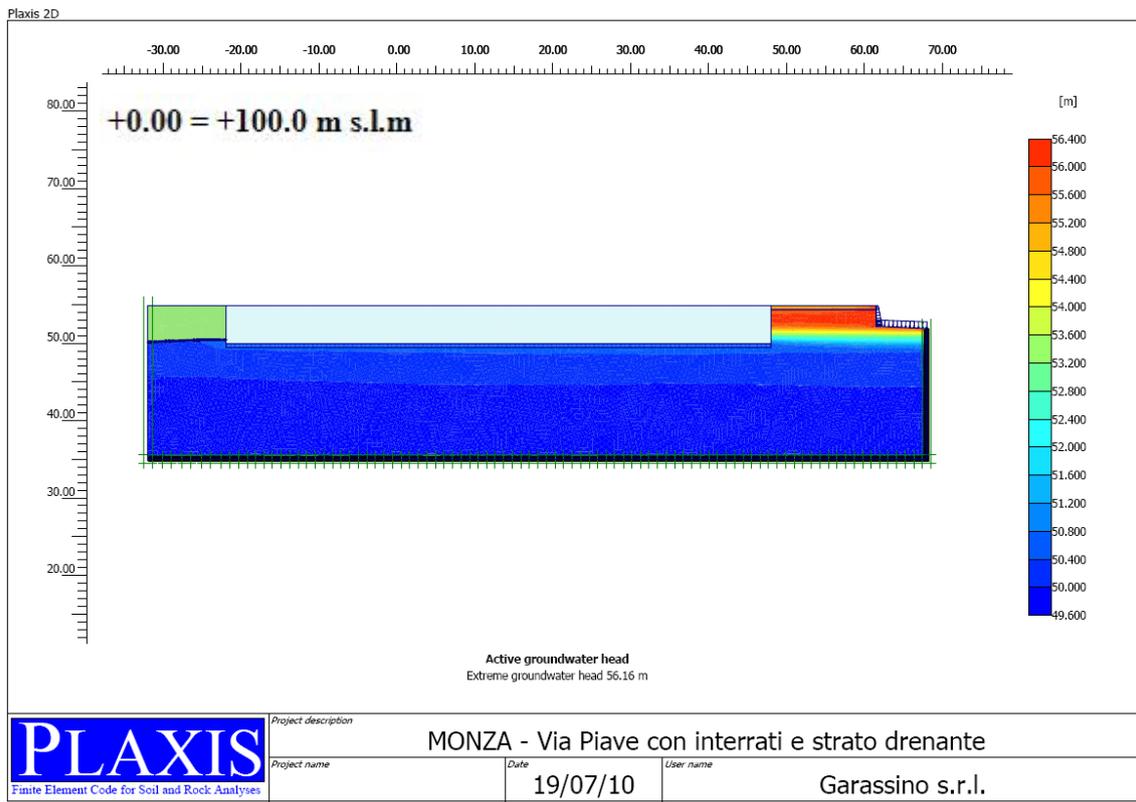


Figura 6.4.9 – MODELLO CON STRATO DRENANTE - Carico idraulico

Di seguito è riportata a titolo di confronto una ulteriore analisi, eseguita considerando i valori di permeabilità verticale ed orizzontale uguali tra loro. I parametri sono riassunti nella tabella 6.4.II.

N°	DESCRIZIONE DELL'ANALISI	LIV. IDRICO (m s.l.m.)	k_h (m/s)	k_v (m/s)
4	Analisi in presenza e in assenza di strutture, con livello idrico al punto di esondazione (parapetto)	+ 156.12	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$

Tabella 6.4.II – Analisi eseguita con $k_h = k_v$

Nella figura 6.4.10 è riportato il campo di velocità e la superficie freatica in assenza di struttura. Come si può osservare, il modello appare non rappresentativo della situazione di falda affiorante osservata nel corso di eventi di piena. Ciò nonostante, in assenza di dati di dettaglio sui

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	26	90



terreni, si è voluta riportare anche questo tipo di configurazione. In figura 6.4.11 è mostrato il campo di velocità in presenza della struttura.

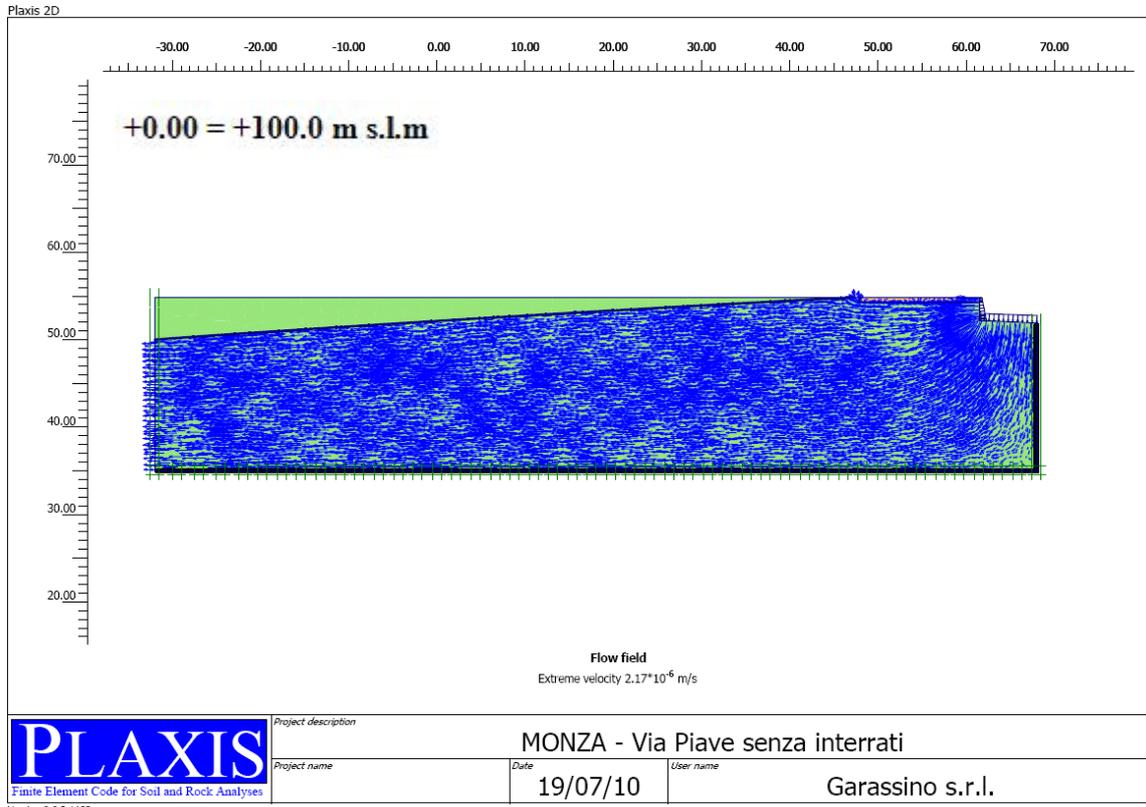


Figura 6.4.10 – MODELLO IN ASSENZA DI STRUTTURA – $k_h = k_v$ = Campo di velocità

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	27	90

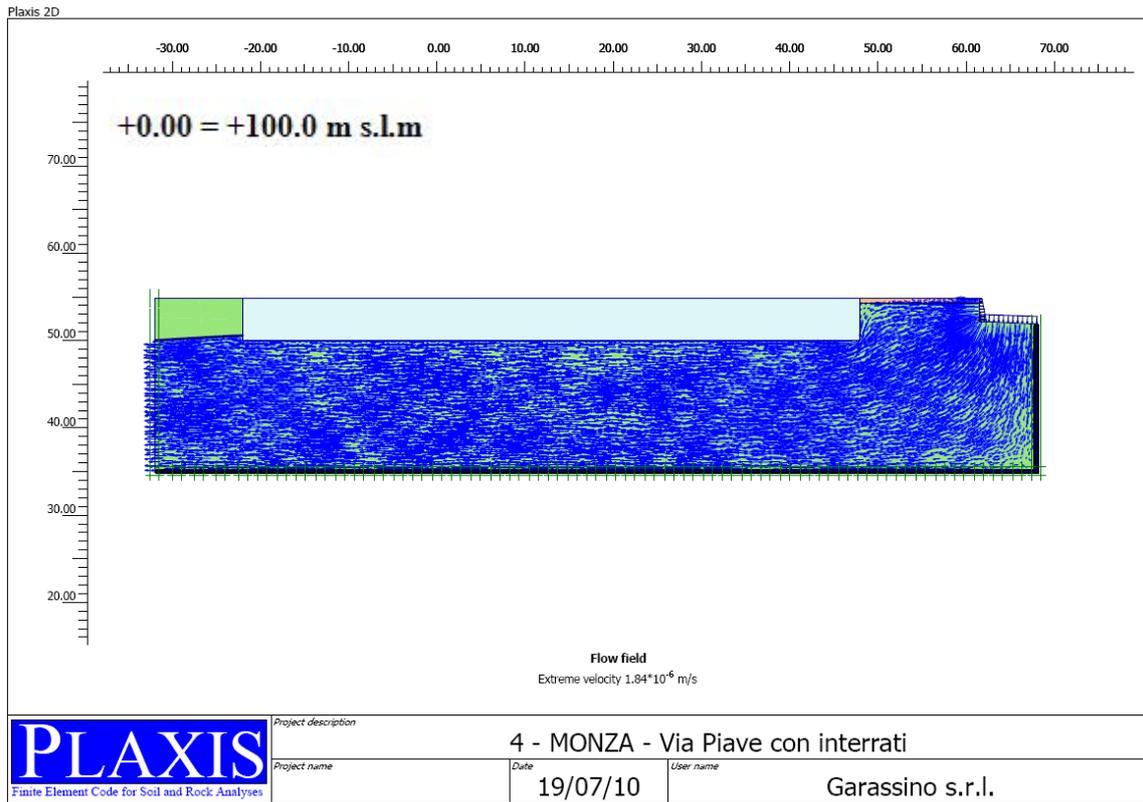


Figura 6.4.11 – MODELLO IN PRESENZA DI STRUTTURA – $k_h = k_v$ - Campo di velocità

Un’analisi parametrica è stata eseguita in prossimità dell’alveo del fiume ove sono presenti livelli coesivi fino a circa 2.0 m di profondità e la permeabilità è ridotta anche per effetto del manto stradale. Si è valutata l’influenza di uno strato permeabilità inferiore facendone variare lo spessore tra 0.0 m e 2.0 m.

N°	DESCRIZIONE DELL’ANALISI	LIV. IDRICO (m s.l.m.)	spessore liv. a permeabilità ridotta (m)
5	Analisi in presenza di strutture, con livello idrico al punto di esondazione (parapetto) con differenti spessori dello strato a permeabilità ridotta	+ 156.12	0.0 - 0.5 - 1.0 1.5 - 2.0

Tabella 6.4.III – Analisi eseguita con strato a permeabilità orizzontale ridotta: $k_h = 10^{-6}$ m/s

I parametri geotecnici dello strato sono riportati nel capitolo 5.3 a pagina 14 e sono i medesimi adottati nell’analisi iniziale.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	28	90



Le analisi mostrano che la presenza dello strato, per spessori compresi tra 0.5 m e 1.5 m modifica il campo di velocità deformandolo mentre il valore assoluto massimo della velocità non varia in maniera sensibile, restando sempre nell'ordine di 10^{-6} m/s. In assenza dello strato a permeabilità inferiore, condizione poco vicina alla realtà se non altro per la presenza del manto stradale, la velocità massima è dell'ordine di 10^{-5} m/s. Per spessori superiori, si è analizzato il valore 2.0 m, la velocità tende a ridursi.

In assenza dello strato a permeabilità ridotta la massima velocità di filtrazione si verifica in superficie, mentre la presenza di tale strato tende a redistribuire il flusso agli strati sottostanti. Come si può ragionevolmente prevedere, limitare la permeabilità superficiale in prossimità dell'alveo fa sì che i percorsi di filtrazione vengano "convogliati" verso l'interno e dunque verso la struttura dei parcheggi.

Sulla base delle ipotesi fatte, una risalita di acqua per filtrazione è possibile, specialmente in prossimità dell'alveo, ed è tanto più probabile quanto meno spesso è il livello a permeabilità ridotta, come si evince anche dai valori di velocità. L'analisi è basata sulle informazioni dedotte dai sondaggi riportati in allegato. Sono in corso sondaggi aggiuntivi al fine di convalidare la successione stratigrafica adottata.

Le successive figure illustrano i risultati delle analisi eseguite.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	29	90

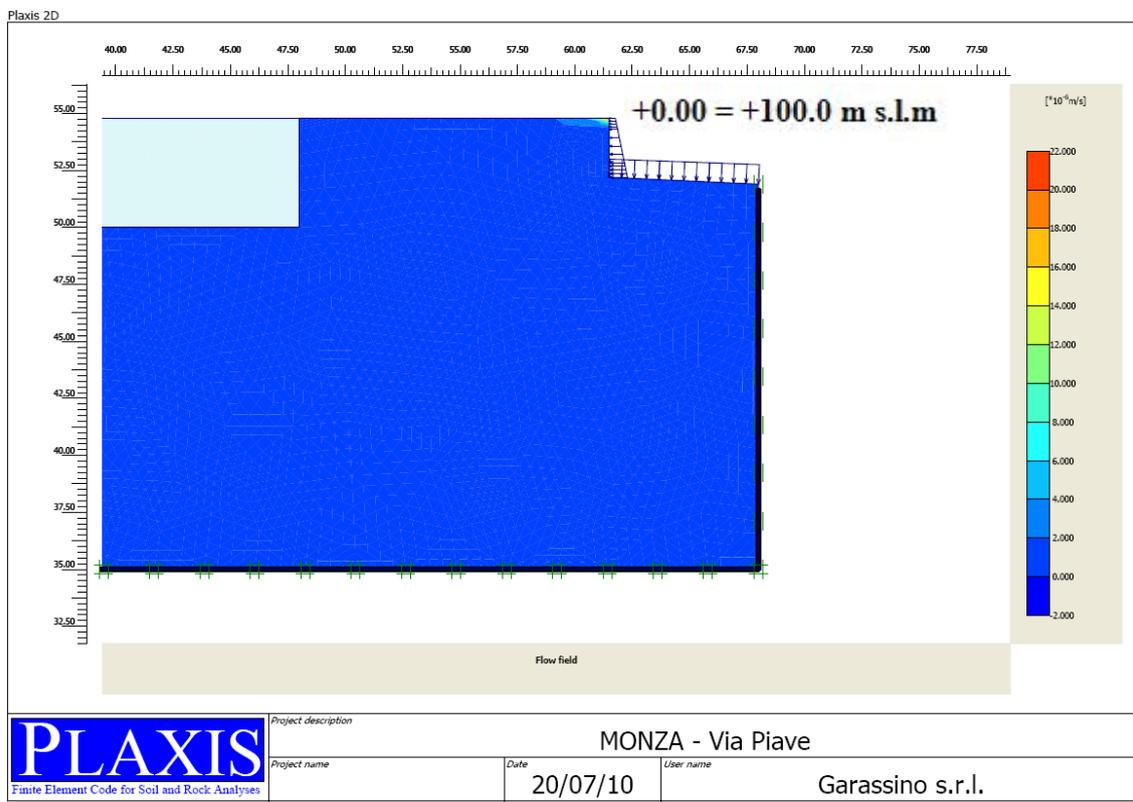
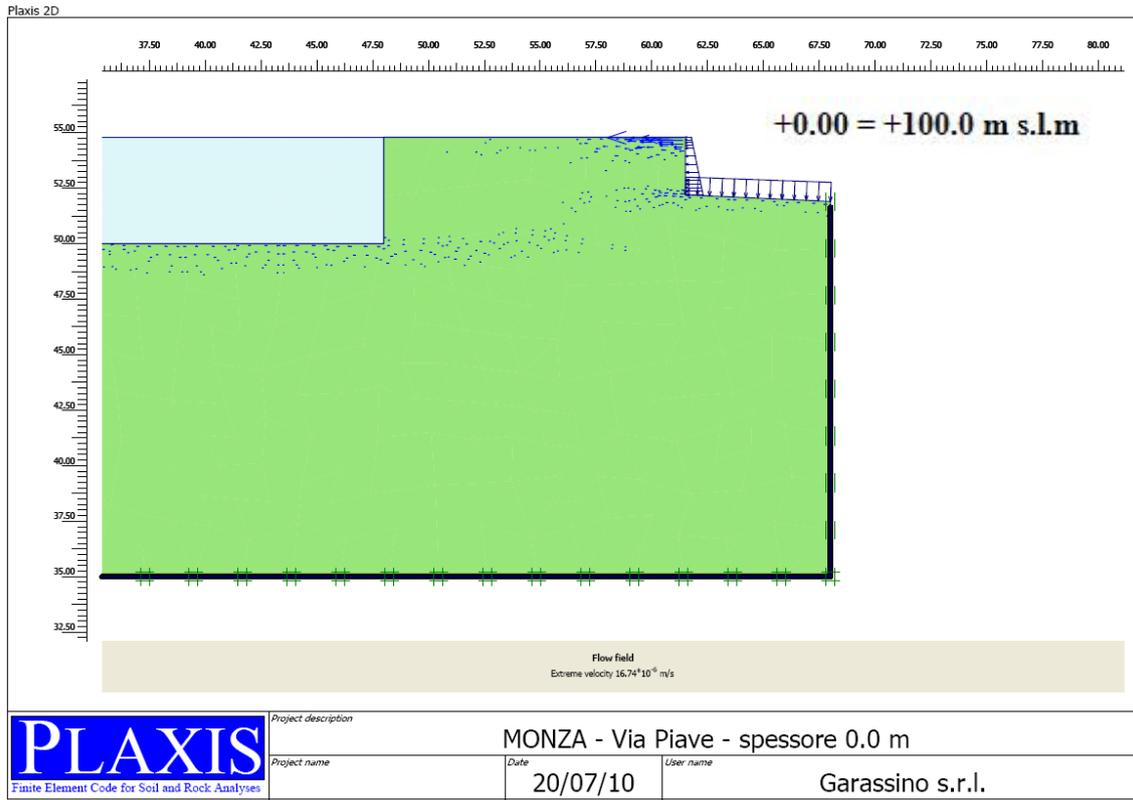


Figura 6.4.12 – MODELLO A PERMEABILITA' UNIFORME - Campo di velocità

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	30	90

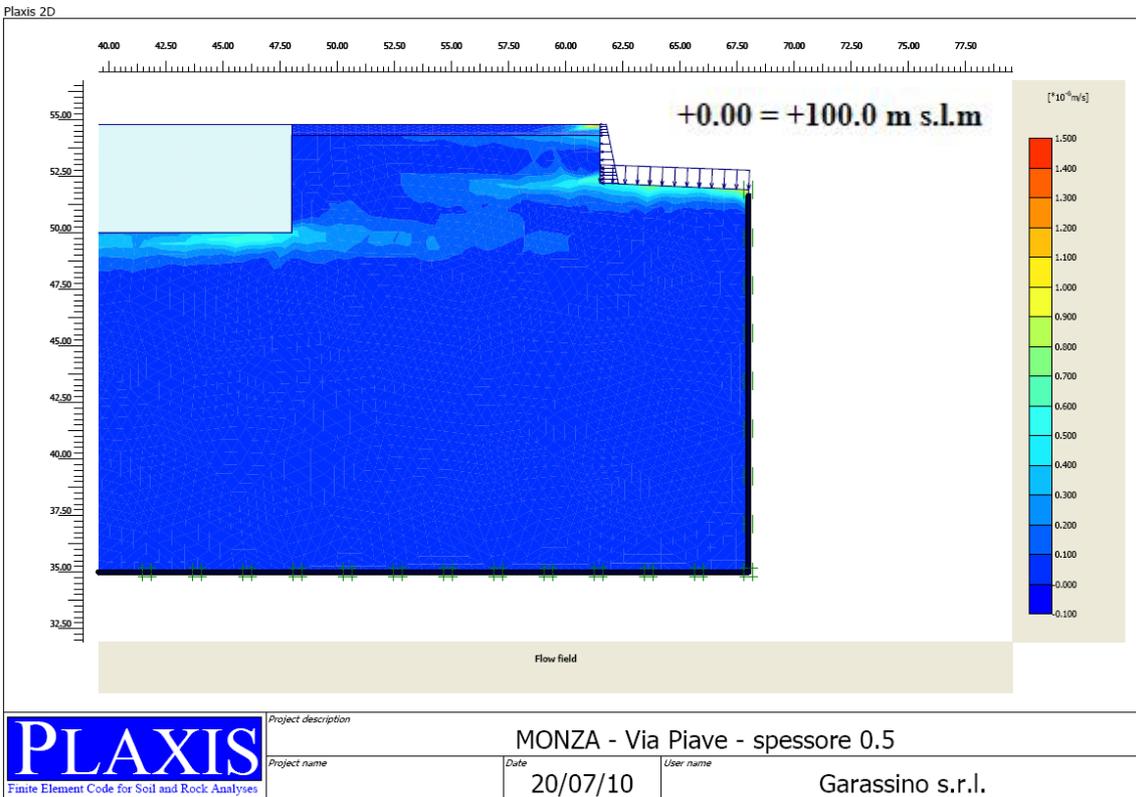
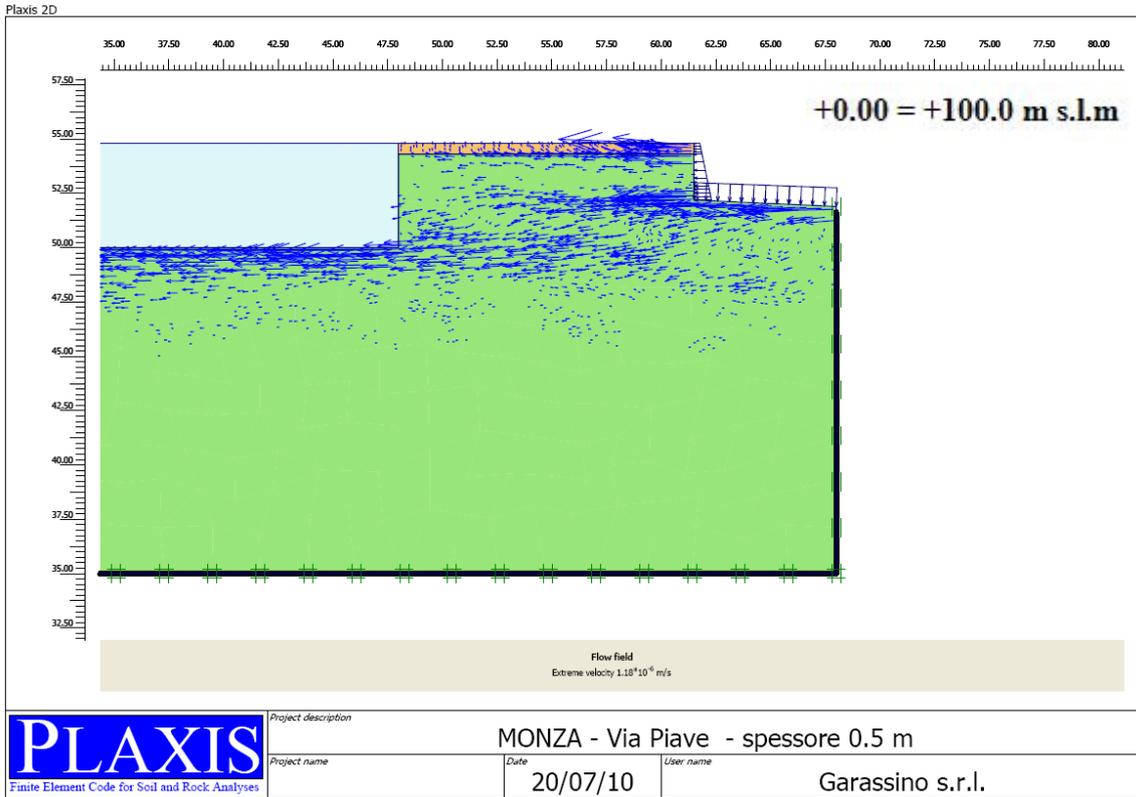
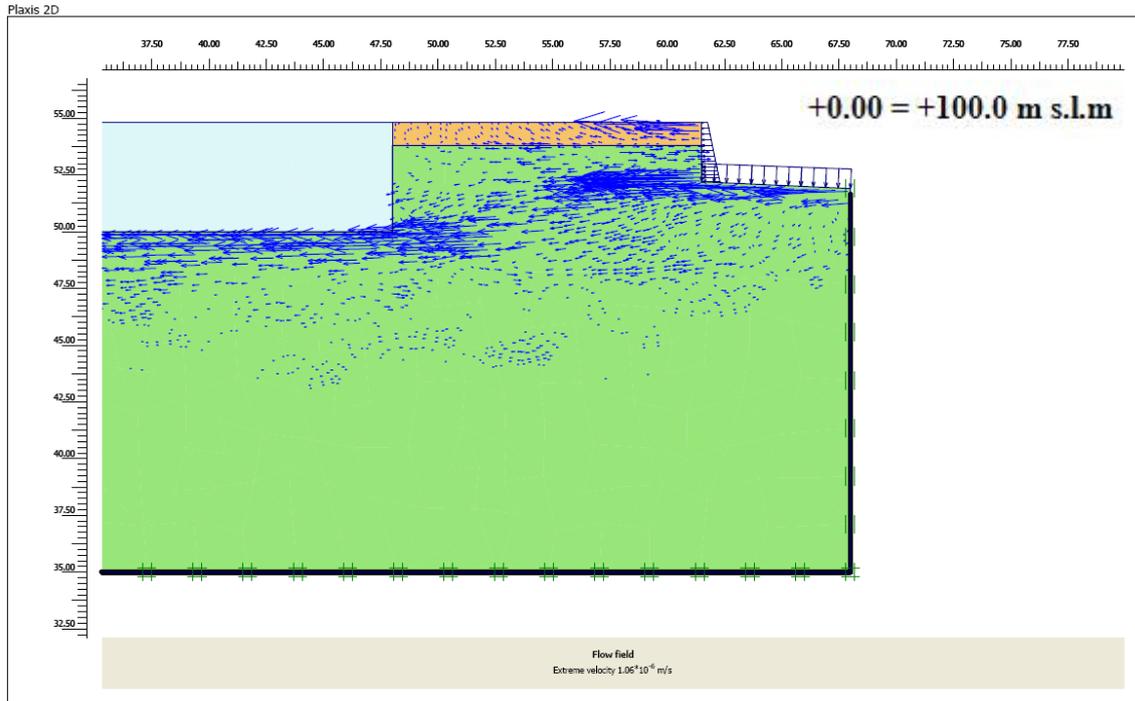
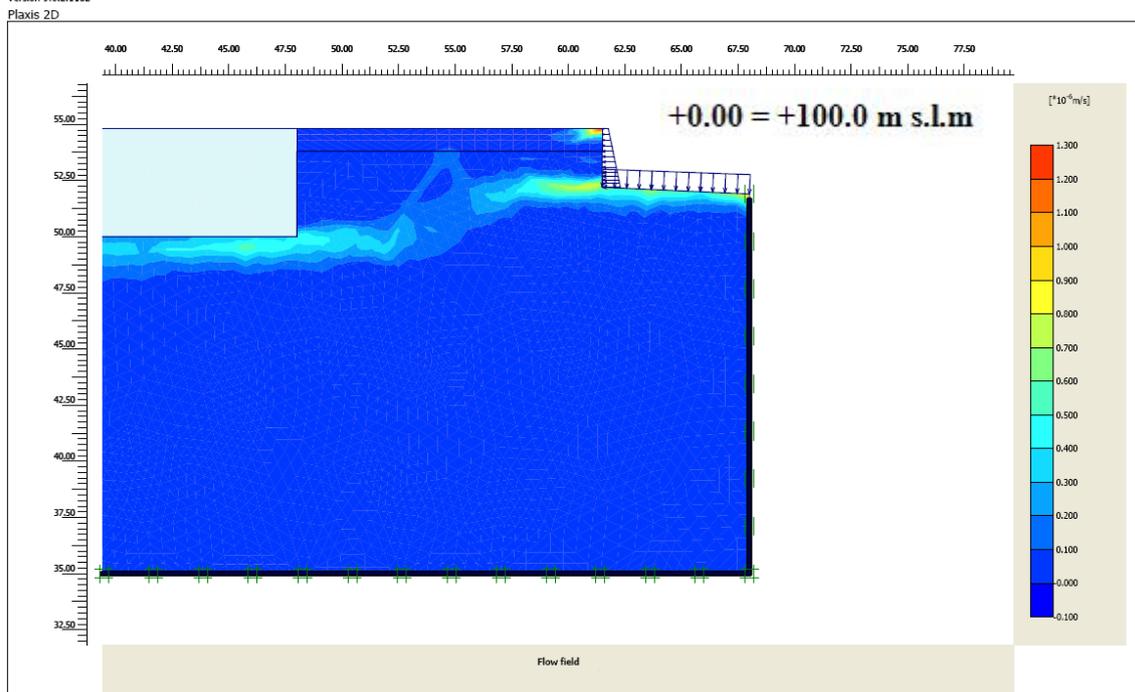


Figura 6.4.13 – SPESSORE STRATO A PERMEABILITA' RIDOTTA = 0.5 m - Campo di velocità

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	31	90



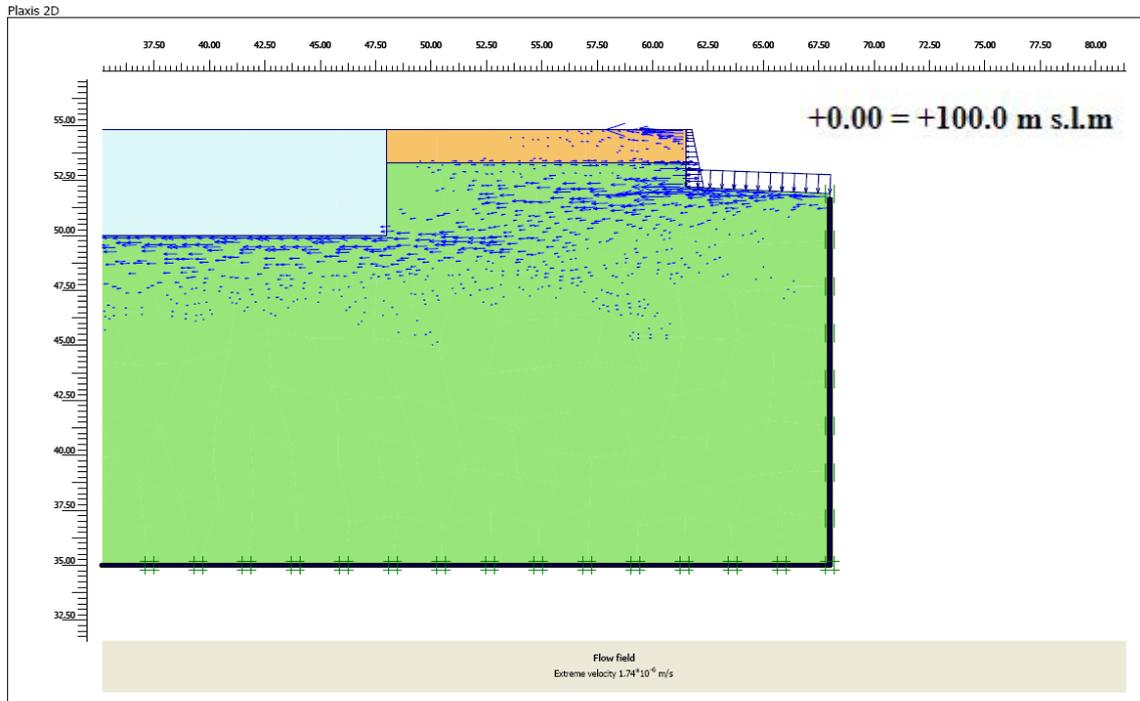
 Finite Element Code for Soil and Rock Analyses Version 9.0.2.1182	Project description		
	MONZA - Via Piave - spessore 1.0 m		
Project name	Date	User name	
	20/07/10	Garassino s.r.l.	



 Finite Element Code for Soil and Rock Analyses Version 9.0.2.1182	Project description		
	MONZA - Via Piave - spessore 1.0 m		
Project name	Date	User name	
	20/07/10	Garassino s.r.l.	

Figura 6.4.14 – SPESSORE STRATO A PERMEABILITA' RIDOTTA = 1.0 m - Campo di velocità

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	32	90

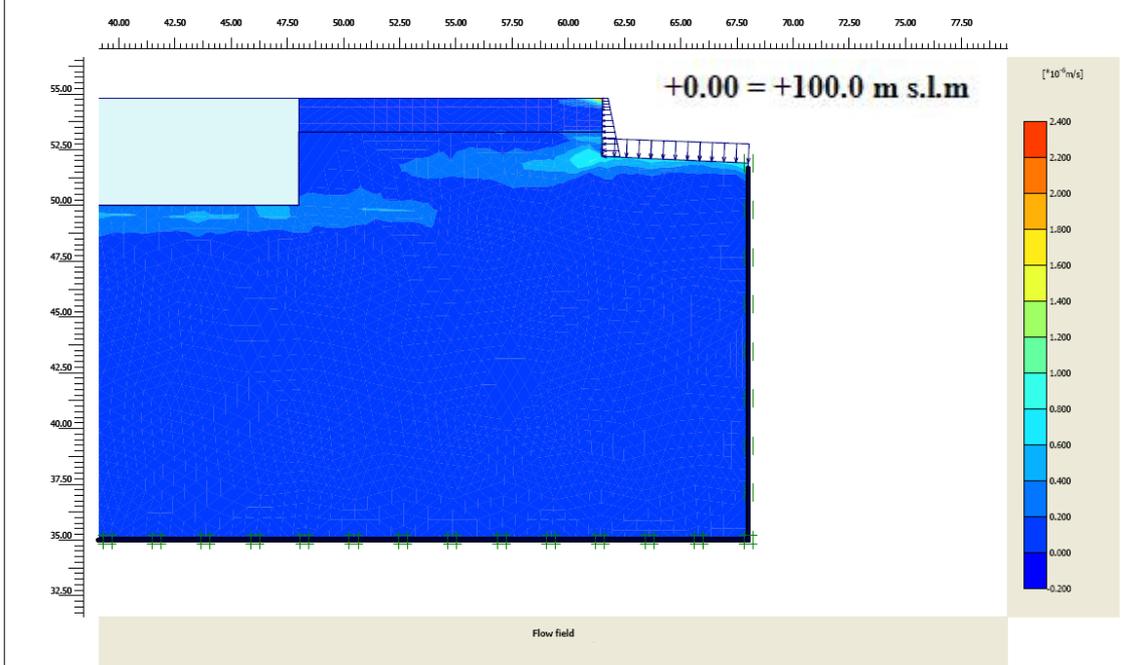


Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Version 9.0.2.1182

Plaxis 2D

Project description			MONZA - Via Piave - spessore 1.5 m	
Project name	Date	User name	Garassino s.r.l.	
	20/07/10			



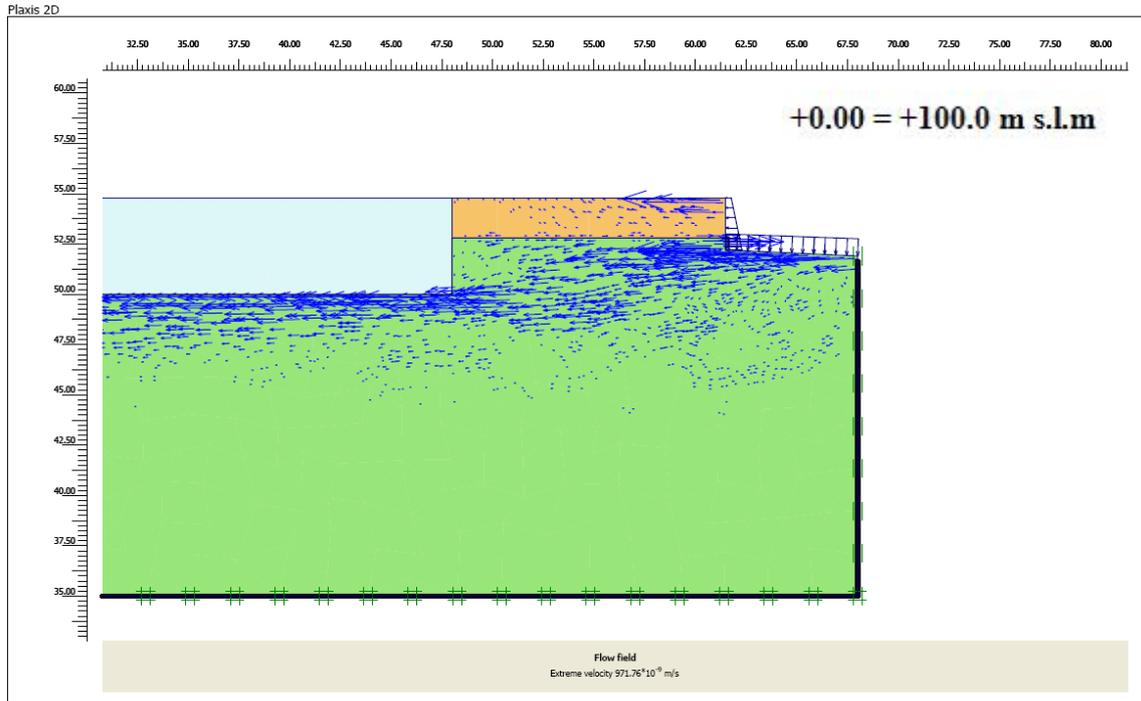
Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Version 9.0.2.1182

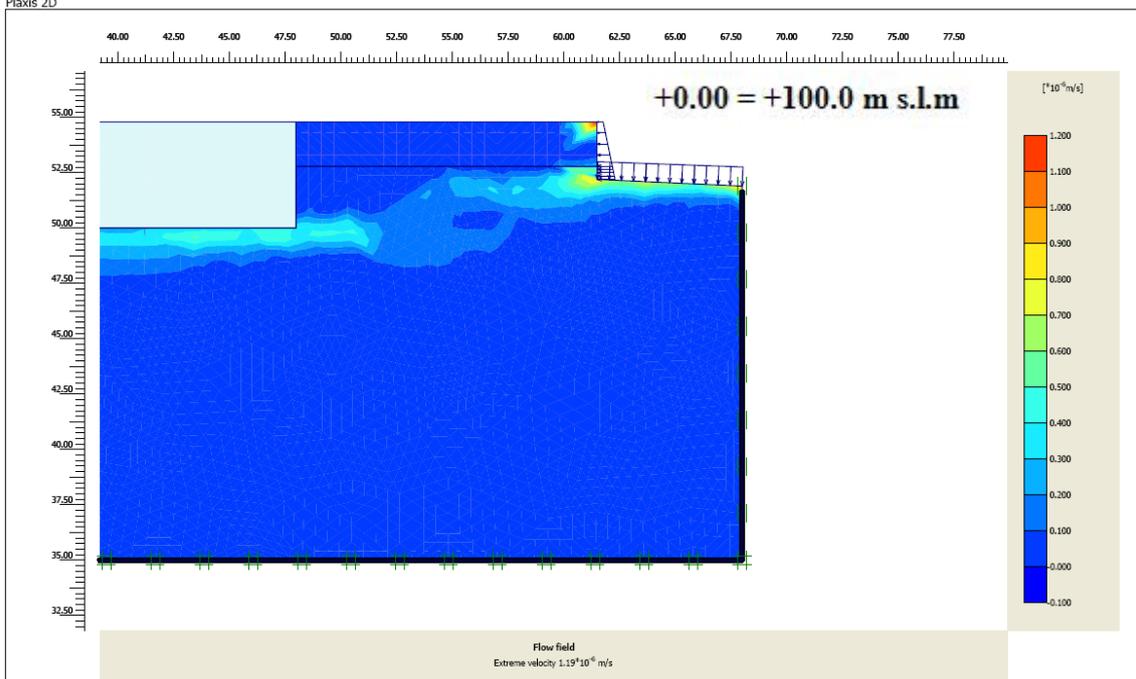
Project description			MONZA - Via Piave - spessore 1.5 m	
Project name	Date	User name	Garassino s.r.l.	
	20/07/10			

Figura 6.4.15 – SPESSORE STRATO A PERMEABILITA' RIDOTTA = 1.5 m - Campo di velocità

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	33	90



 Finite Element Code for Soil and Rock Analyses Version 9.0.2.1182 Plaxis 2D	Project description		
	MONZA - Via Piave - spessore 2.0 m		
Project name	Date	User name	
	20/07/10	Garassino s.r.l.	



 Finite Element Code for Soil and Rock Analyses Version 9.0.2.1182 Plaxis 2D	Project description		
	MONZA - Via Piave - spessore 2.0 m		
Project name	Date	User name	
	20/07/10	Garassino s.r.l.	

Figura 6.4.16 – SPESSORE STRATO A PERMEABILITA' RIDOTTA = 2.0 m - Campo di velocità

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	34	90

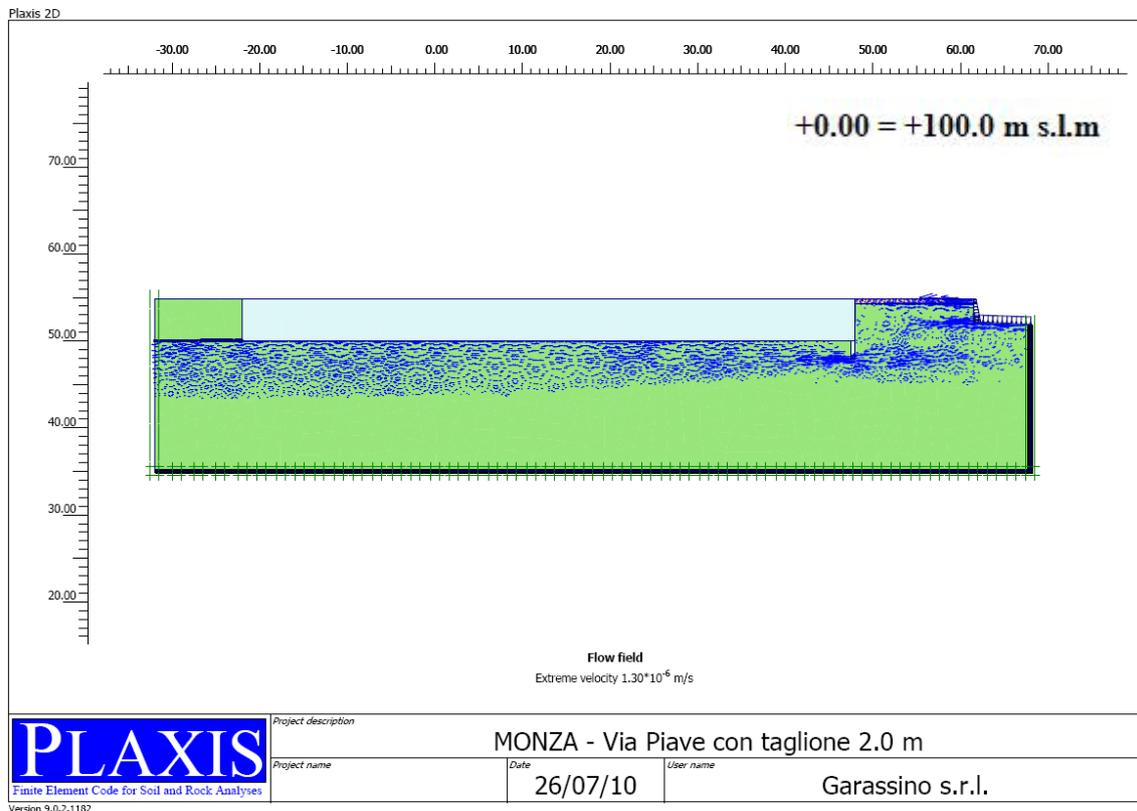


Un'ultima analisi è stata eseguita considerando la presenza di un taglione nella parte di fondazione più prossima all'alveo, al fine di allontanare le linee di flusso dalla stessa. In tabella 6.4.IV riassume la analisi eseguite. La lunghezza D del taglione è misurata dalla base della fondazione.

N°	DESCRIZIONE DELL'ANALISI	LIV. IDRICO (m s.l.m.)	k_h (m/s)	k_v (m/s)
6	Analisi in presenza del taglione di lunghezza interna D = 2.0 m e D = 4.0 m	+ 156.12	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-8}$

Tabella 6.4.IV – Analisi con taglione

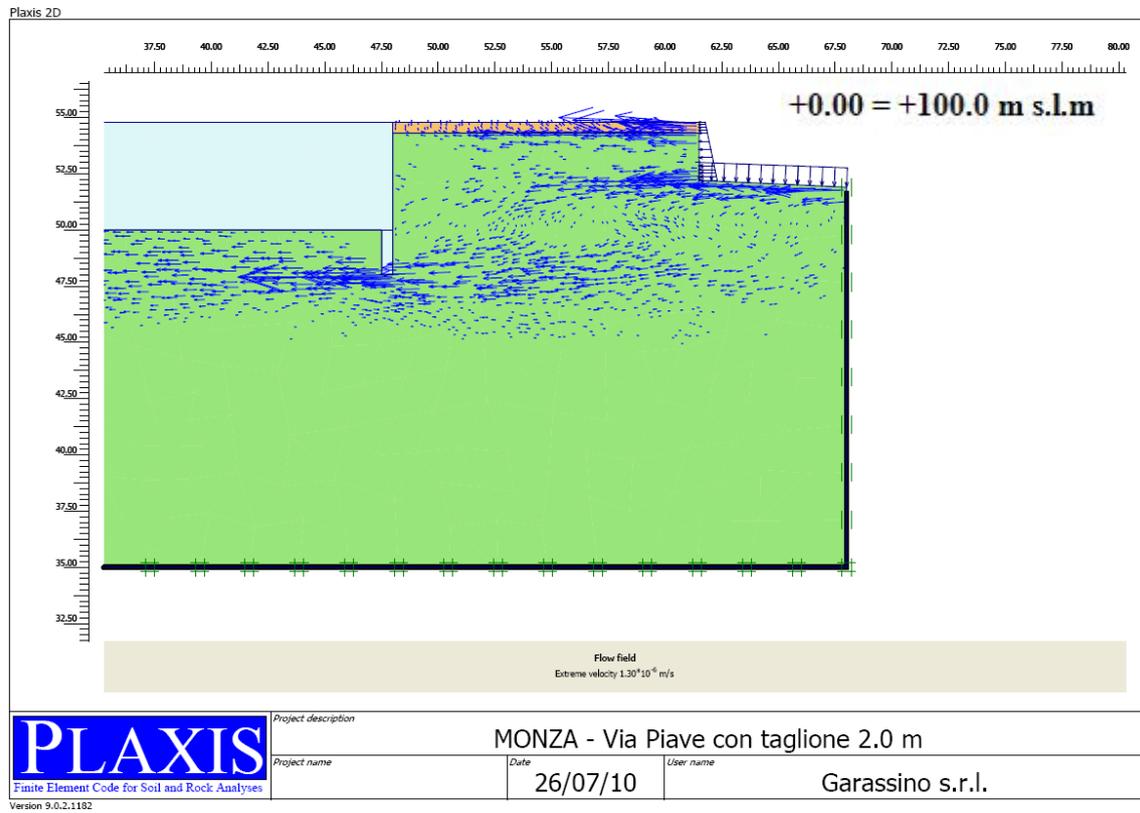
Le successive figure da 6.4.17 a 6.4.19 mostrano i risultati delle analisi con il taglione di lunghezza interna D = 2.0 m. Come si può osservare dal confronto con le figure 6.4.4 e 6.4.5, che modellano la medesima situazione ma in assenza di taglione, non si notano sostanziali variazioni nelle velocità e nella geometria delle linee di flusso.



DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	35	90



Figura 6.4.17 – ANALISI CON TAGLIONE D = 2.0 m - Campo di velocità



DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	36	90

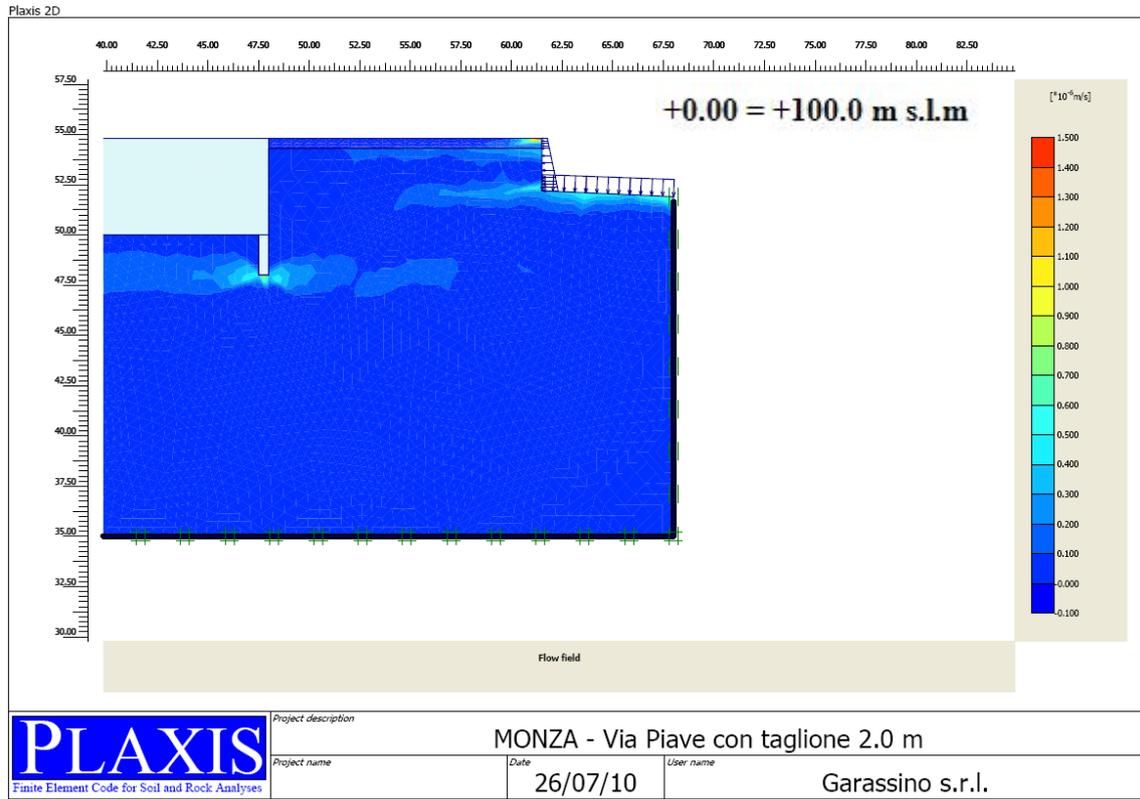


Figura 6.4.18 – ANALISI CON TAGLIONE D = 2.0 m - Campo di velocità – ZOOM

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	37	90



Plaxis 2D

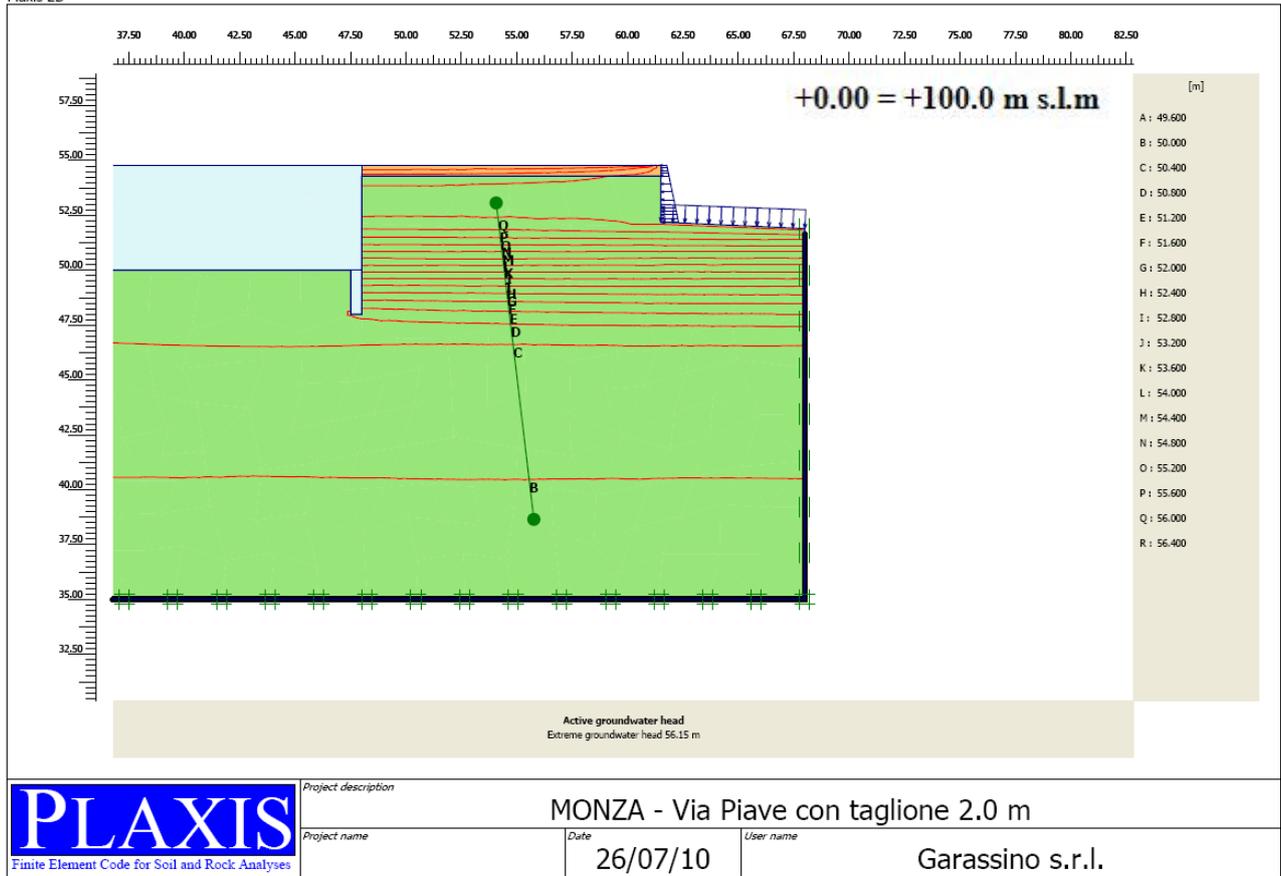


Figura 6.4.19 – ANALISI CON TAGLIONE D = 2.0 m – Carico idraulico

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	38	90



Le figure da 6.4.20 a 6.4.22 illustrano la medesima situazione in presenza di un taglione di lunghezza interna pari a 4.0 m. Si osserva, sempre rispetto alle figure 6.4.4 e 6.4.5, che in tale caso il campo di velocità è sensibilmente deformato, mentre le velocità massime restano molto simili.

Dal confronto tra le figure 6.4.19 e 6.4.22 si nota una diminuzione della sottospinta idraulica alla base della fondazione, che è direttamente proporzionale al carico idraulico.

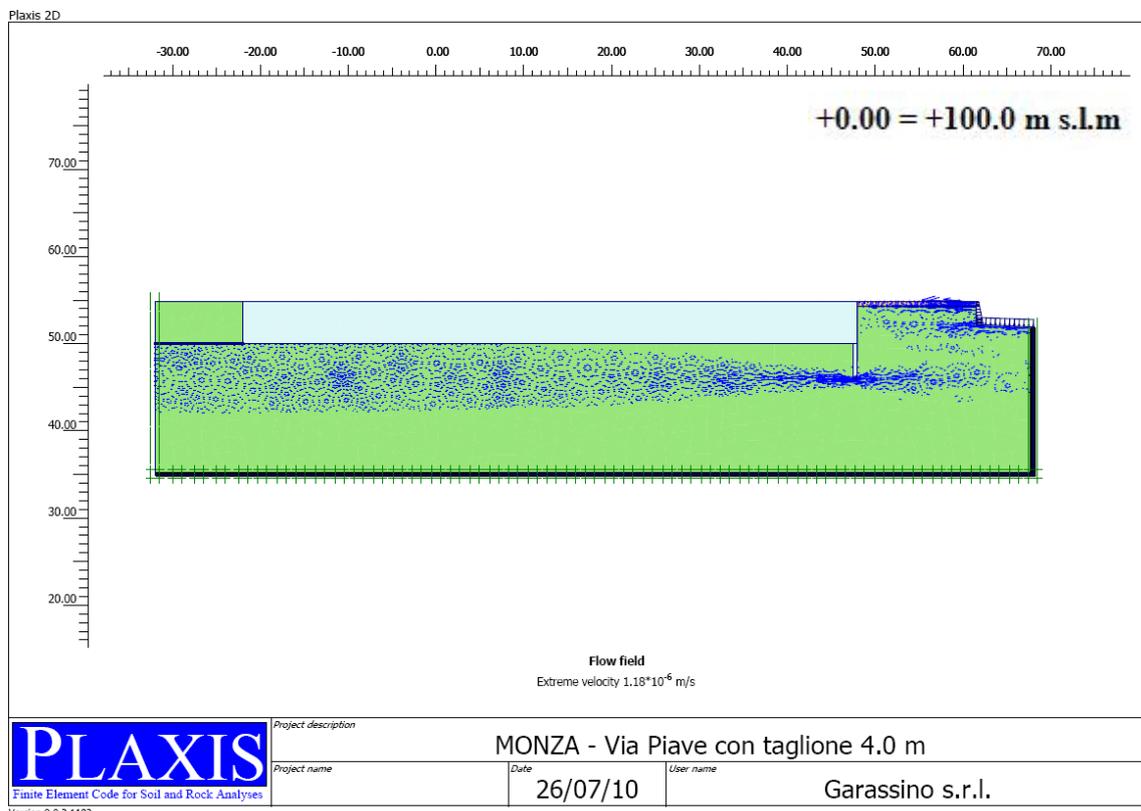


Figura 6.4.20 – ANALISI CON TAGLIONE D = 4.0 m - Campo di velocità

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	39	90

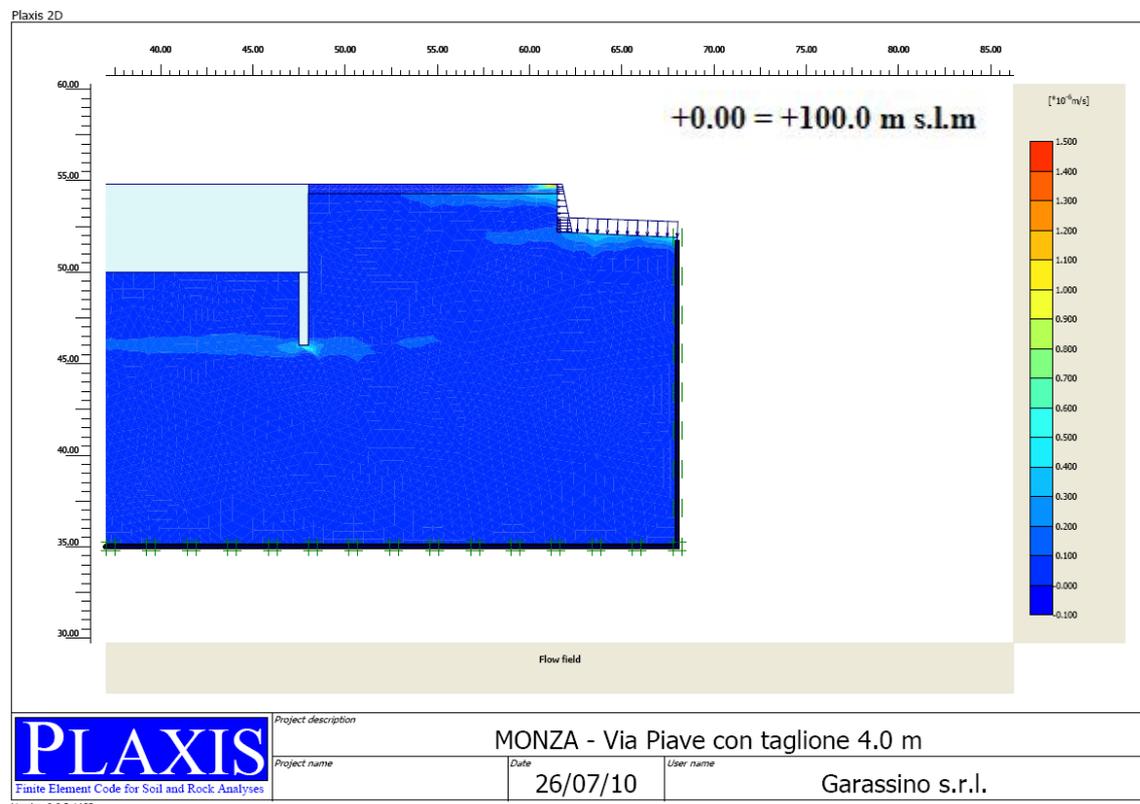
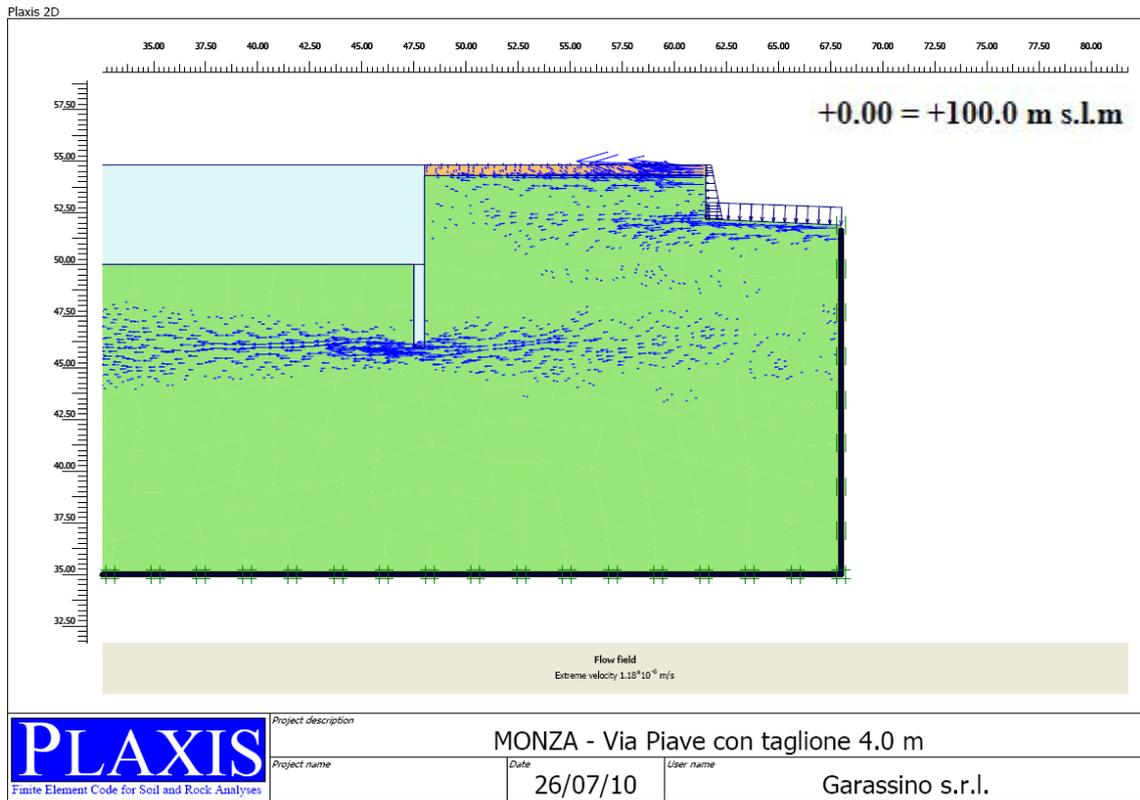


Figura 6.4.21 – ANALISI CON TAGLIONE D = 4.0 m - Campo di velocità – ZOOM

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	40	90



Plaxis 2D

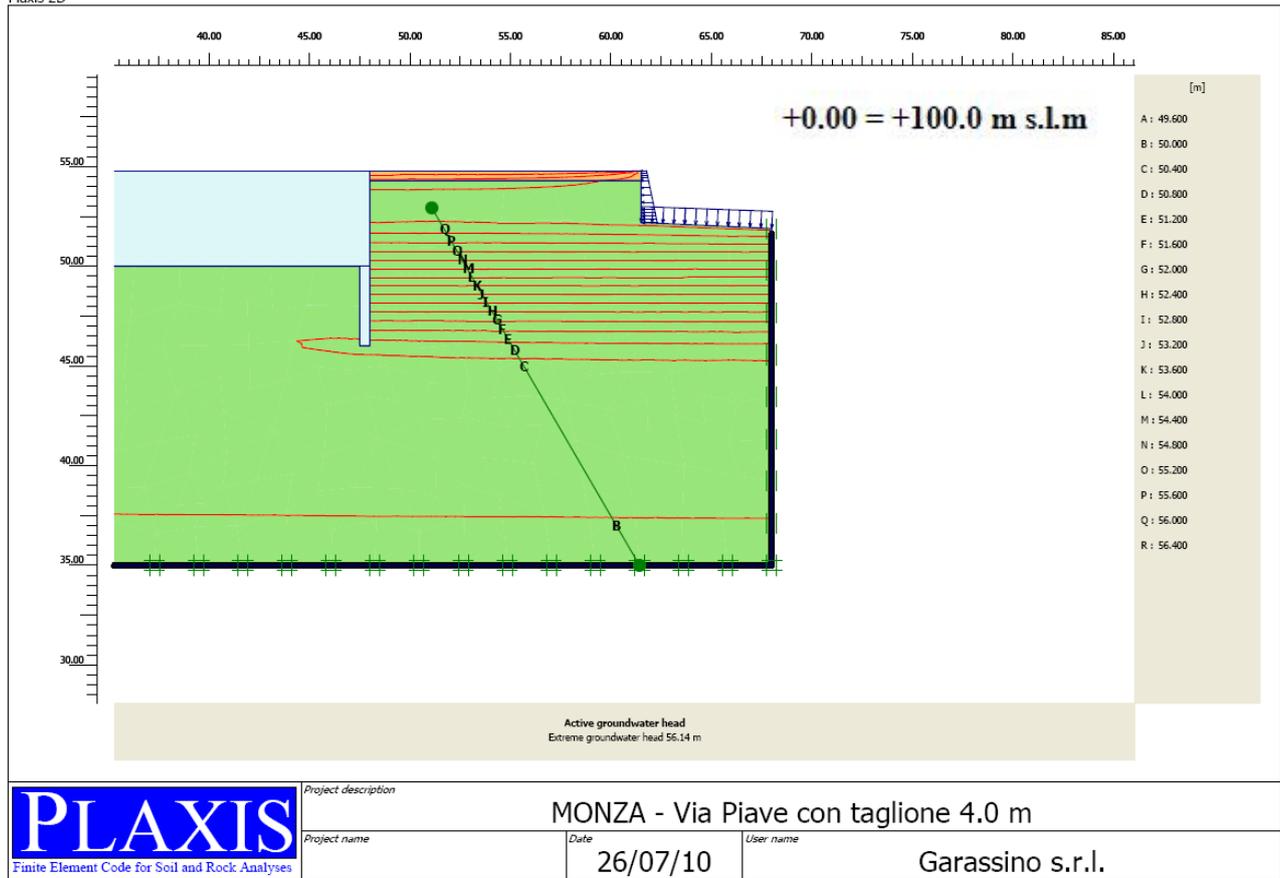


Figura 6.4.22 – ANALISI CON TAGLIONE D = 4.0 m - Campo di velocità – ZOOM

GARASSINO S.r.l.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	41	90



ALLEGATO 1
Indagini geognostiche

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	42	90

Azienda con Sistema Gestione Qualità ISO 9001:2000 certificato da ICMQ
Company with Quality Management System ISO 9001:2000 certified by ICMQ



GEOSER S.R.L.
VIA BASILICATA, 11
27100 PAVIA (PV)
0382/576081

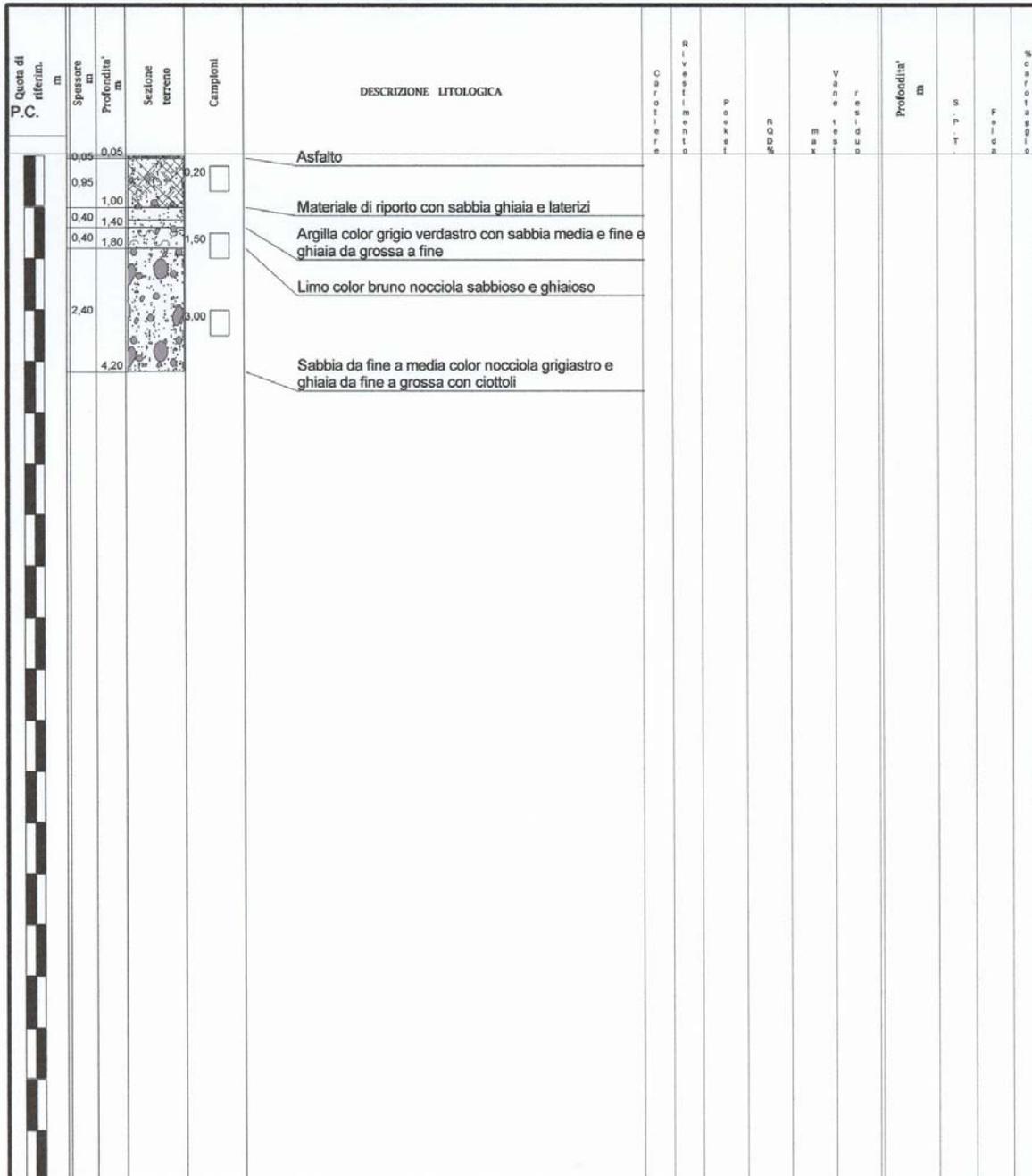
Dott. Tamperi
Localita': Monza - Via Piave

SCALA 1:100

Data 13.04.2004

Sondaggio n. S7

Attrezzatura e metodo di perforazione:			BOARTLONGYEAR DELTA BASE Carotaggio continuo		LIVELLI ACQUA				
<input type="checkbox"/> Campione rimaneggiato	<input type="checkbox"/> Campione a percussione	<input type="checkbox"/> LEFRANC	PROFONDITA' m		SERA		MATTINO		
<input type="checkbox"/> Campione S.P.T.	<input type="checkbox"/> Campione ind. a pressione	Prova di permeabilita'		Rivest.	Foro	Data	H	Data	H
<input type="checkbox"/> Campione da Vana Test	<input type="checkbox"/> Campione ind. rotativo	<input type="checkbox"/> LUGFON							



DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	43	90



GEOSER S.R.L.
VIA BASILICATA, 11
27100 PAVIA (PV)
0382/576081

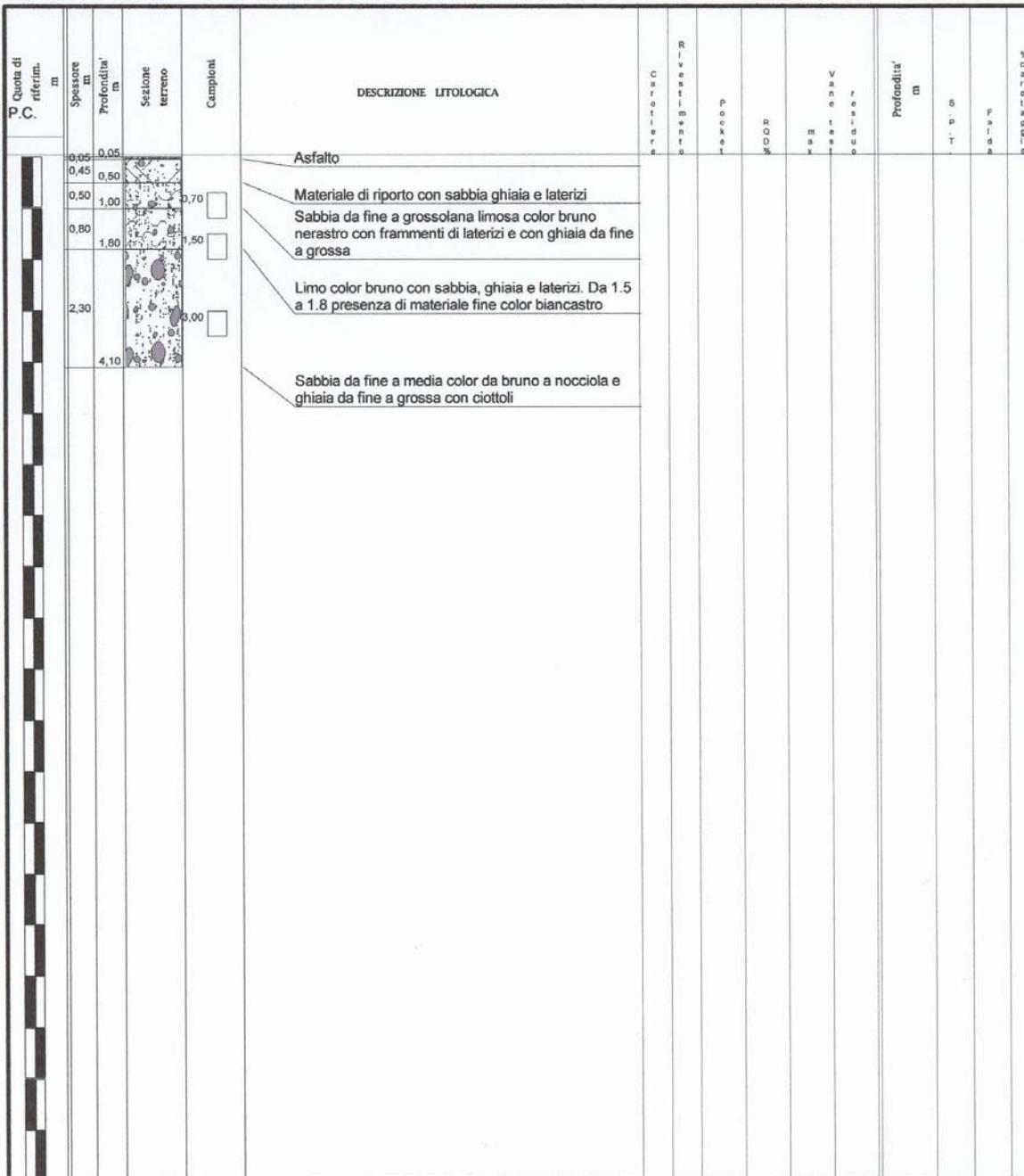
Dott. Tamperi
Localita': Monza - Via Piave

SCALA 1:100

Data 13.04.2004

Sondaggio n. S 8

Attrezzatura e metodo di perforazione: BOARTLONGYEAR DELTA BASE Carotaggio continuo			LIVELLI ACQUA			
<input type="checkbox"/> Campione rimaneggiato	<input type="checkbox"/> Campione a percussione	<input type="radio"/> LEFRANC	PROFONDITA' m		SERATA	
<input type="checkbox"/> Campione S.P.T.	<input type="checkbox"/> Campione ind. a pressione	Prova di permeabilita'	Rivest.	Foro	Data	MATTINO
<input type="checkbox"/> Campione da Vana Test	<input type="checkbox"/> Campione ind. rotativo	<input type="radio"/> LUGEON				



DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	44	90



GEOSER S.R.L.
VIA BASILICATA, 11
27100 PAVIA (PV)
0382/576081

Dott. Tamberi
Localita': Monza - Via Piave

SCALA 1:100

Data 13.04.2004

Sondaggio n. S 9

Attrezzatura e metodo di perforazione:			BOARTLONGYEAR DELTA BASE Carotaggio continuo		LIVELLI ACQUA			
PROFONDITA' m		SERATA		MATTINO				
Rivest.	Foro	Data	H	Data	H			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondita' m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotaggio	Rivestimento	Perforazione	Profilo	Vane	Profondita' m	S.P.T.	Fessura	% carotaggio
0,05	0,05				Asfalto									
0,75	0,80	0,35			Sabbia color bruno da media a fine e ghiaia da fine a grossa con un livello nerastro tra 0.3 m e 0.4 m									
0,40	1,20	0,50			Sabbia da fine a grossolana color bruno e ghiaia da fine a grossa debolmente limosa con frammenti di laterizi									
0,50	1,70	0,50			Limo color bruno con sabbia, ghiaia e laterizi									
0,80	2,50	0,80			Sabbia da fine a media color bruno e ghiaia da fine a grossa debolmente limosa con ciottoli									
1,70		1,70			Sabbia da fine a media color nocciola grigiastro e ghiaia da fine a grossa con ciottoli									
4,20		4,20												

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	45	90



GEOSER S.R.L.
VIA BASILICATA, 11
27100 PAVIA (PV)
0382/576081

Dott. Tamperi

Località: Monza - Via Piave

SCALA 1:100

Data 09.04.2004

Sondaggio n. S 10

Attrezzatura e metodo di perforazione:

BOARTLONGYEAR DELTA BASE Carotaggio continuo

Campione rimaneggiato

Campione a percussione

LEFRANC

Campione S.P.T.

Campione ind. a pressione

Prova di permeabilità

Campione da Vana Test

Campione ind. rotativo

LUGEON

PROFONDITA' m		LIVELLI ACQUA			
Rivest.	Foro	SERA		MATTINO	
		Data	H	Data	H

Quota di riferim. P.C.	Spessore m	Profondità m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotaggio	Rivestimento	Protezione	R.G.D. %	Vana	Profondità m	S.P.T.	Falda	% carotaggio
0,10	0,10	0,10			Soletta in calcestruzzo									
3,70		3,70			Sabbia fine e finissima da debolmente limosa a limosa color bruno rossastro con ghiaia da grossa a fine									
3,80		3,80												
0,90		4,70			Sabbia fine e finissima color nocciola grigiastro con ghiaia da grossa a fine									

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	46	90



GEOSER S.R.L.
VIA BASILICATA, 11
27100 PAVIA (PV)
0382/576081

Dott. Tamberi

Localita': Monza - Via Piave

SCALA 1:100

Data 09.04.2004

Sondaggio n. S 11

Attrezzatura e metodo di perforazione:

BOARTLONGYEAR DELTA BASE Carotaggio continuo

Campione rimaneggiato

Campione a percussione

LEFRANC

Campione S.P.T.

Campione ind. a pressione

Prova di permeabilita'

Campione da Vana Test

Campione ind. rotativo

LUGEON

PROFONDITA' m		LIVELLI ACQUA			
Rivest.	Foro	SERA		MATTINO	
		Data	H	Data	H

D. Quota di riferim. C. m	Spessore m	Profondita' m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	C	Rivestimento	P	K	V	Profondita' m	S	P	T	F	S	C
0,10	0,10	0,10			Soletta in calcestruzzo												
0,30	0,40	0,40			Sabbia fine e finissima color bruno rossastro con ghiaia da grossa a fine												
3,60					Sabbia fine e finissima color bruno rossastro da denbolmente limosa a limosa con materiale nerastro, con ghiaia da grossa a fine e ciottoli												
4,00					Sabbia da media a fine color nocciola grigiastro e ghiaia da grossa a fine												
0,50	4,50	4,50															

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	47	90



GEOSER S.R.L.
VIA BASILICATA, 11
27100 PAVIA (PV)
0382/576081

Dott. Tamperi

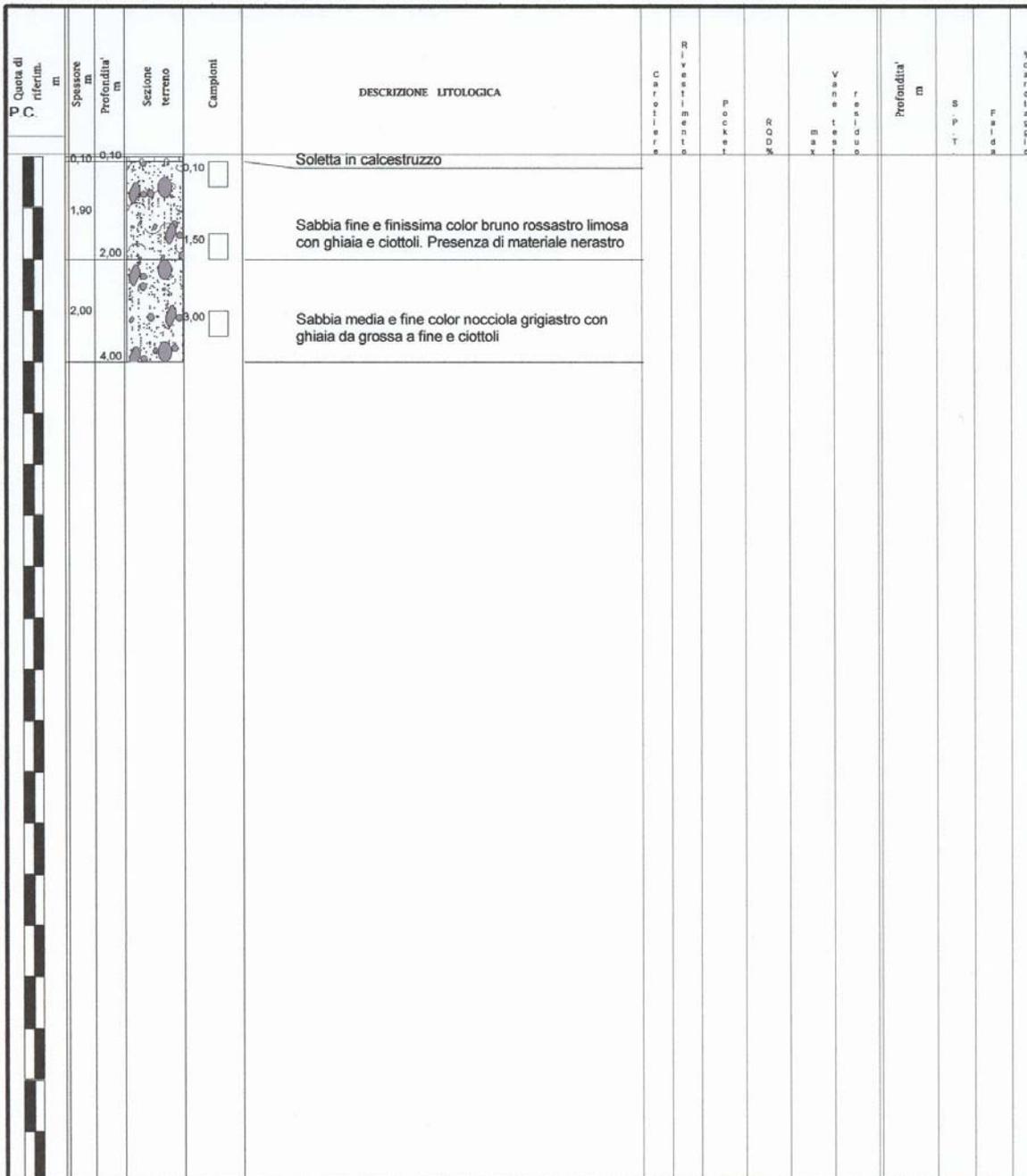
Località: Monza - Via Piave

SCALA 1:100

Data 09.04.2004

Sondaggio n. S 12

Attrezzatura e metodo di perforazione:			BOARTLONGYEAR DELTA BASE Carotaggio continuo			LIVELLI ACQUA			
<input type="checkbox"/> Campione rimaneggiato	<input type="checkbox"/> Campione a percussione	<input type="checkbox"/> LEFRANC	PROFONDITA' m		SERA		MATTINO		
<input type="checkbox"/> Campione S.P.T.	<input type="checkbox"/> Campione ind. a pressione	Prova di permeabilità		Rivest.	Foro	Data	H	Data	H
<input type="checkbox"/> Campione da Vana Test	<input type="checkbox"/> Campione ind. rotativo	<input type="checkbox"/> LUGEON							



DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	48	90



ALLEGATO 2
PLAXIS 2D v. 9.2
Illustrazioni delle analisi

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	49	90

Azienda con Sistema Gestione Qualità ISO 9001:2000 certificato da ICMQ
Company with Quality Management System ISO 9001:2000 certified by ICMQ

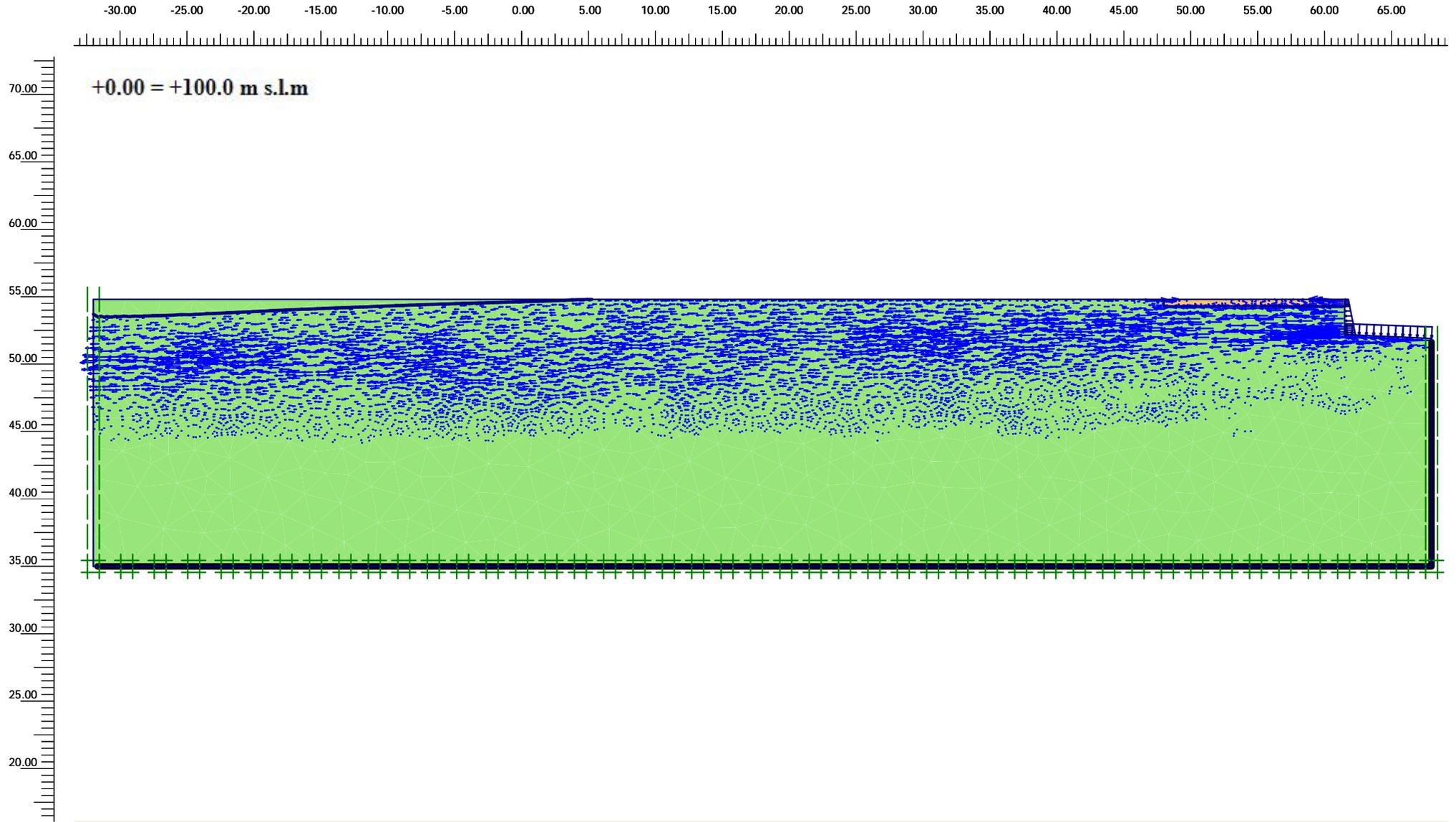


ANALISI 1

MODELLO IN ASSENZA DI STRUTTURE INTERRATE

<i>DATA DATE</i>	<i>DOCUMENTO DOCUMENT</i>	<i>COMMESSA JOB</i>	<i>PROTOCOLLO DOC. No.</i>	<i>REVISIONE REVISION</i>	<i>PAG. PAGE</i>	<i>PAG. TOT. TOT. PAGES</i>
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	50	90

Azienda con Sistema Gestione Qualità ISO 9001:2000 certificato da ICMQ
Company with Quality Management System ISO 9001:2000 certified by ICMQ



Flow field
Extreme velocity $1.57 \cdot 10^{-6}$ m/s



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

1 - MONZA - Via Piave senza interrati

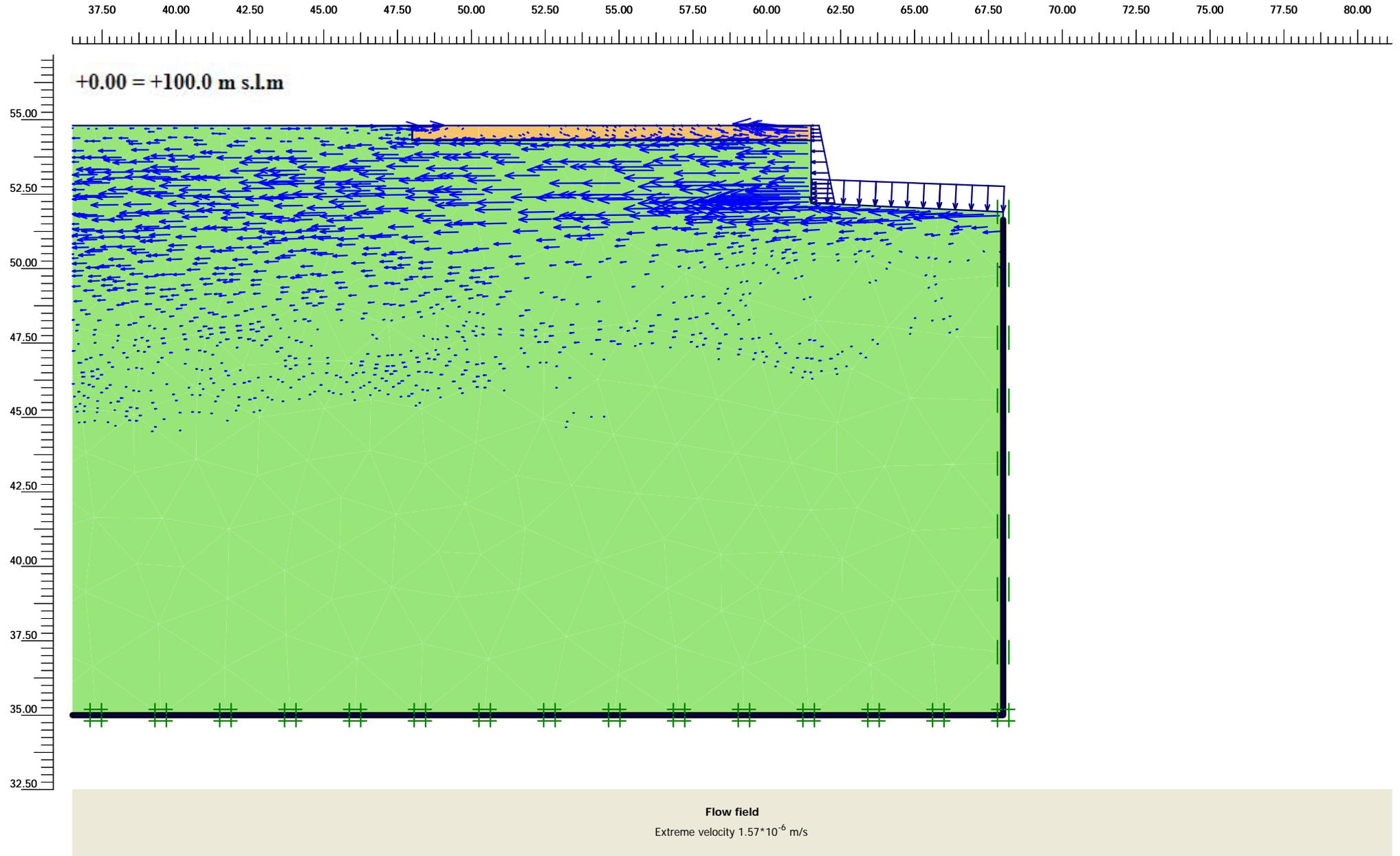
Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

1 - MONZA - Via Piave senza interrati

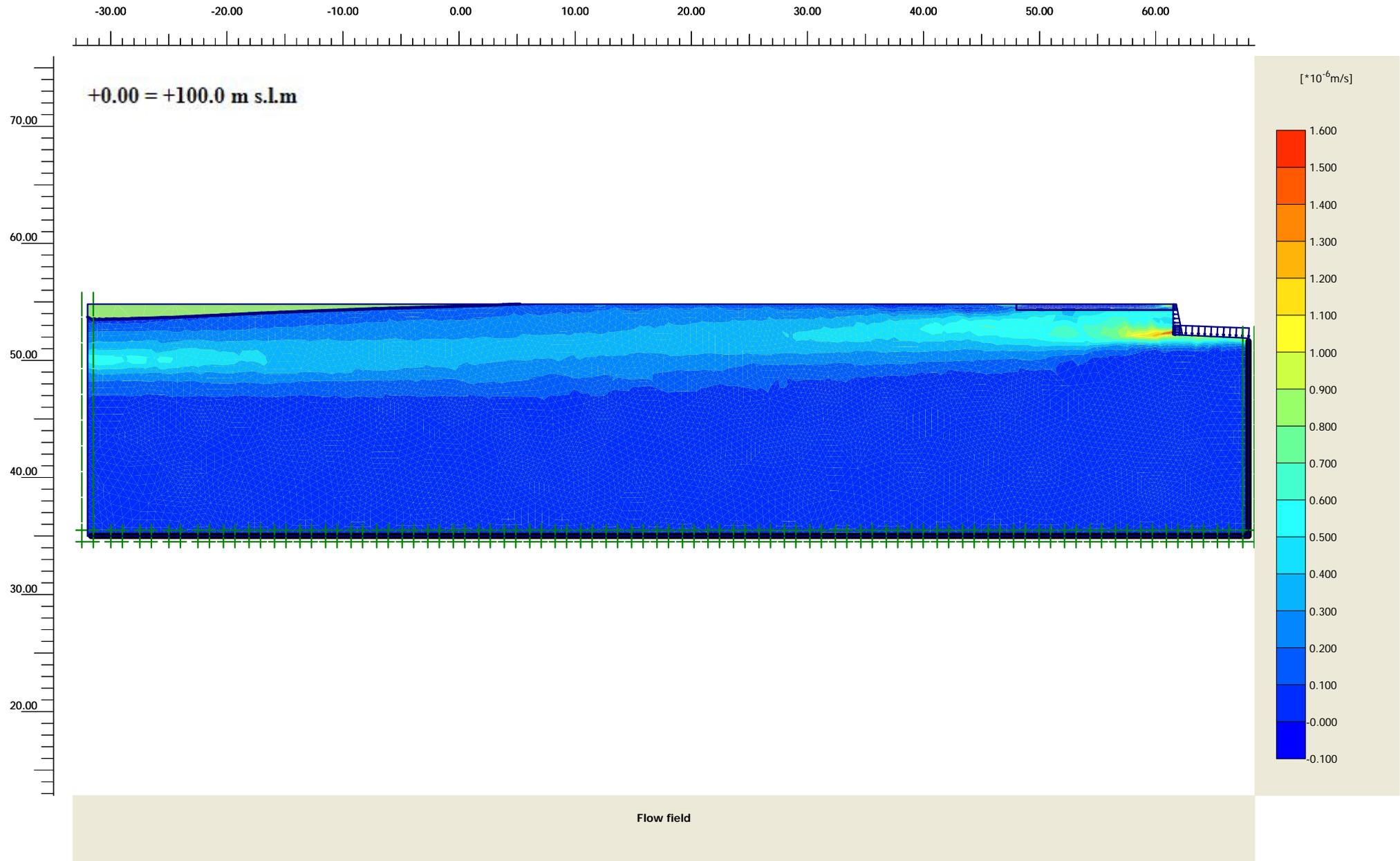
Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

1 - MONZA - Via Piave senza interrati

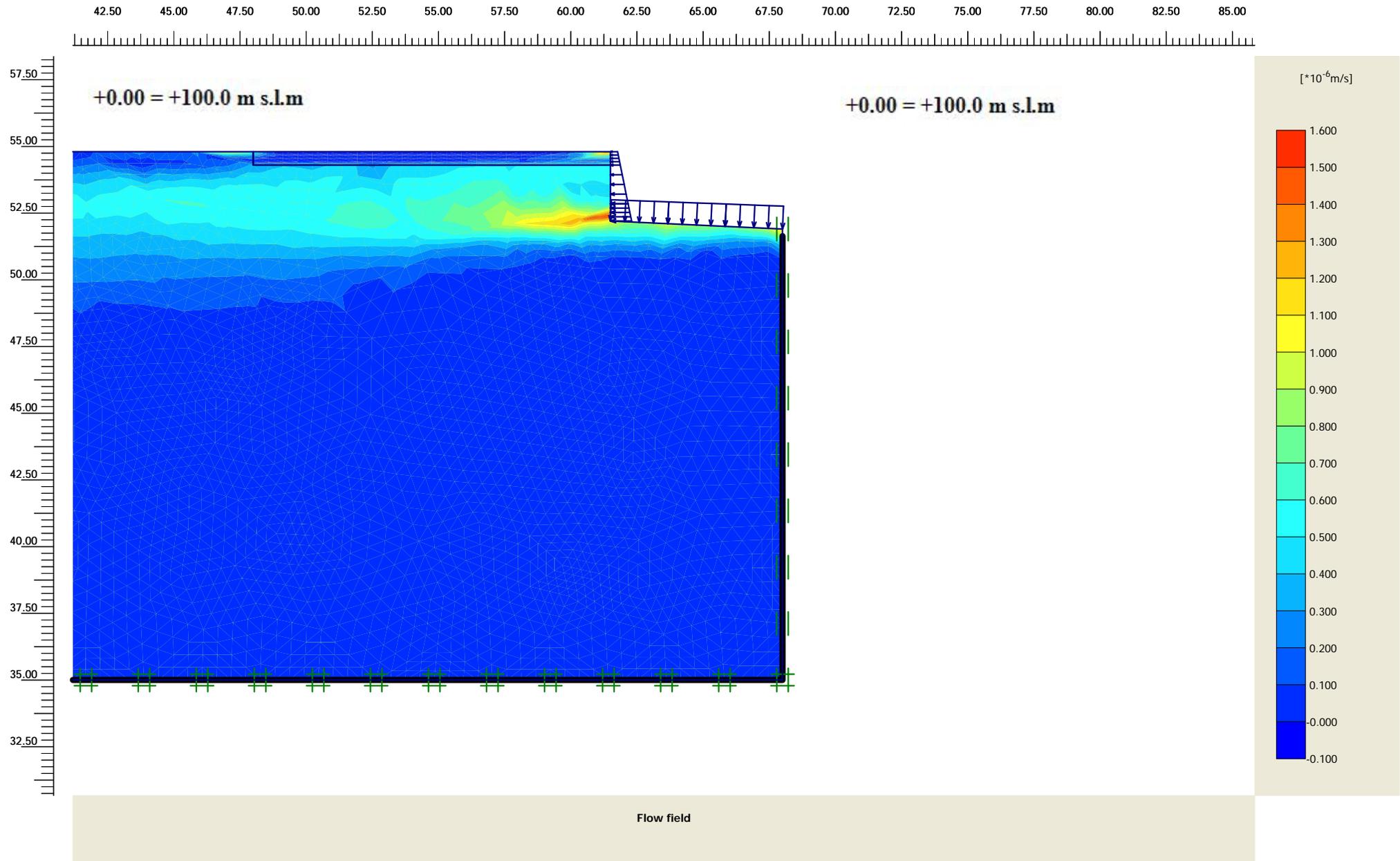
Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

1 - MONZA - Via Piave senza interrati

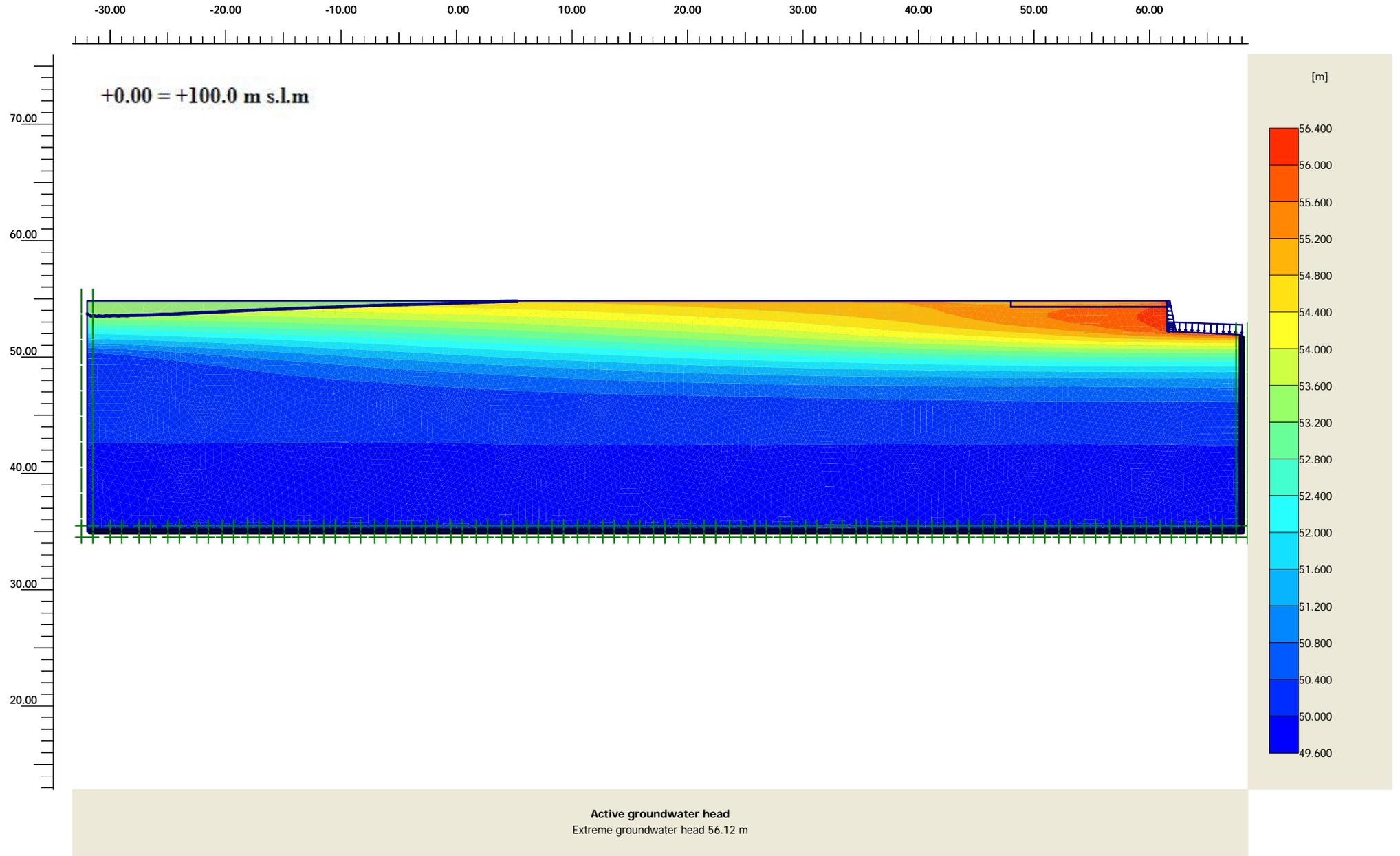
Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Project description

1 - MONZA - Via Piave senza interrati

Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.

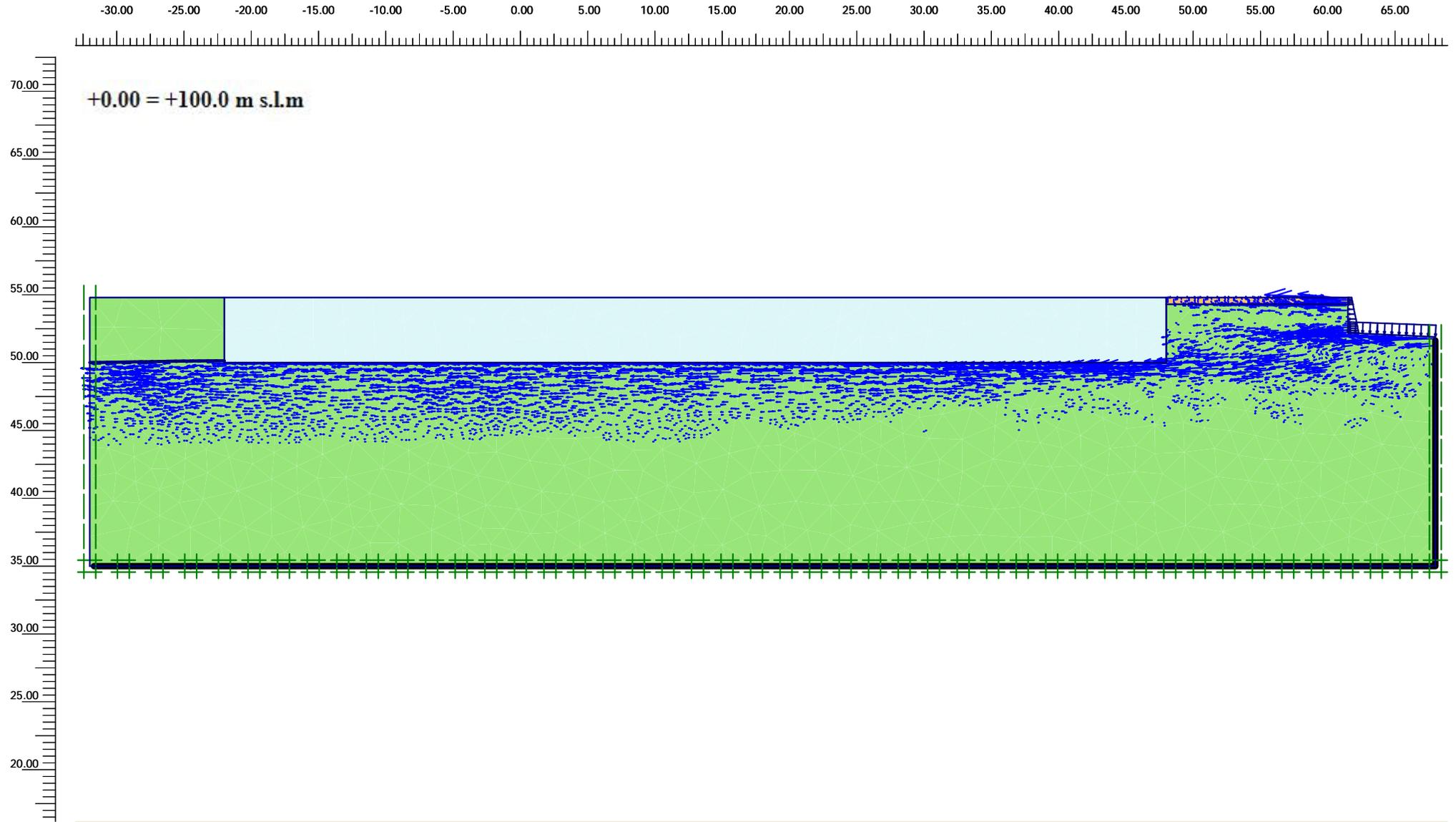


ANALISI 2

MODELLO IN PRESENZA DI PARCHEGGI INTERRATI

<i>DATA DATE</i>	<i>DOCUMENTO DOCUMENT</i>	<i>COMMESSA JOB</i>	<i>PROTOCOLLO DOC. No.</i>	<i>REVISIONE REVISION</i>	<i>PAG. PAGE</i>	<i>PAG. TOT. TOT. PAGES</i>
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	56	90

Azienda con Sistema Gestione Qualità ISO 9001:2000 certificato da ICMQ
Company with Quality Management System ISO 9001:2000 certified by ICMQ

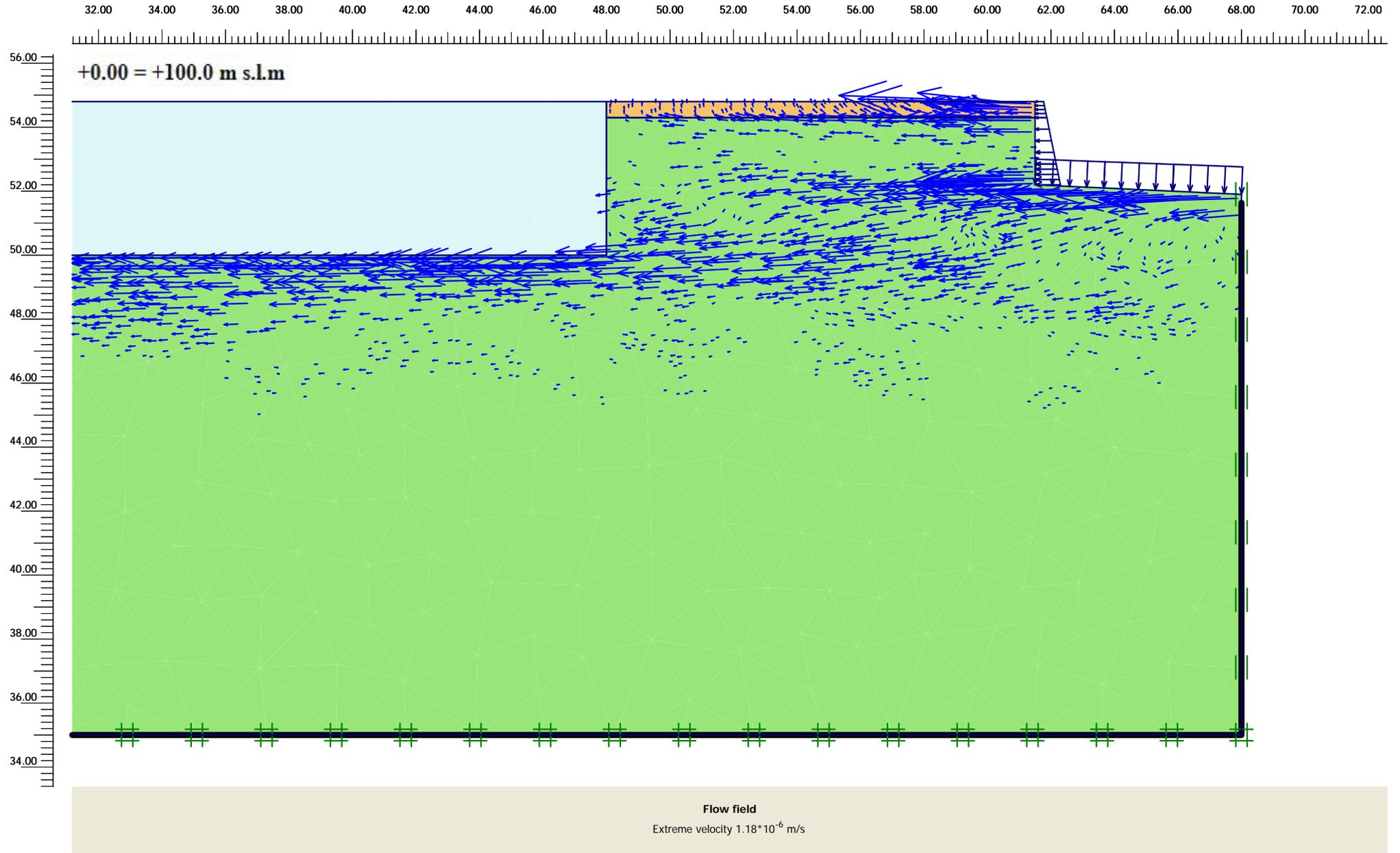


Flow field
Extreme velocity $1.18 \cdot 10^{-6}$ m/s



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

<i>Project description</i>		
2 - MONZA - Via Piave con interrati		
<i>Project name</i>	<i>Date</i>	<i>User name</i>
	29/07/10	Garassino s.r.l.



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

2 - MONZA - Via Piave con strutture

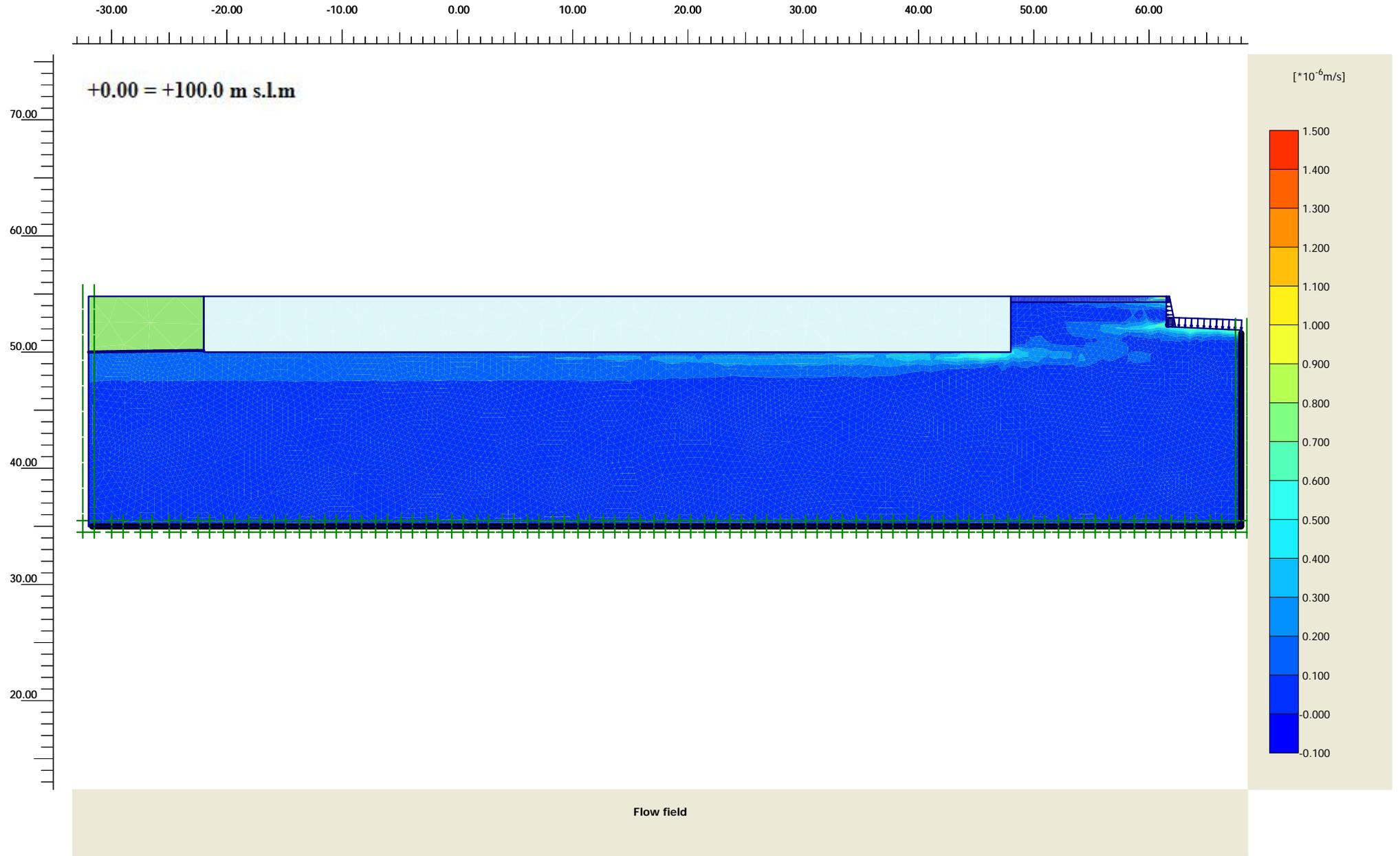
Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

2 - MONZA - Via Piave con interrati

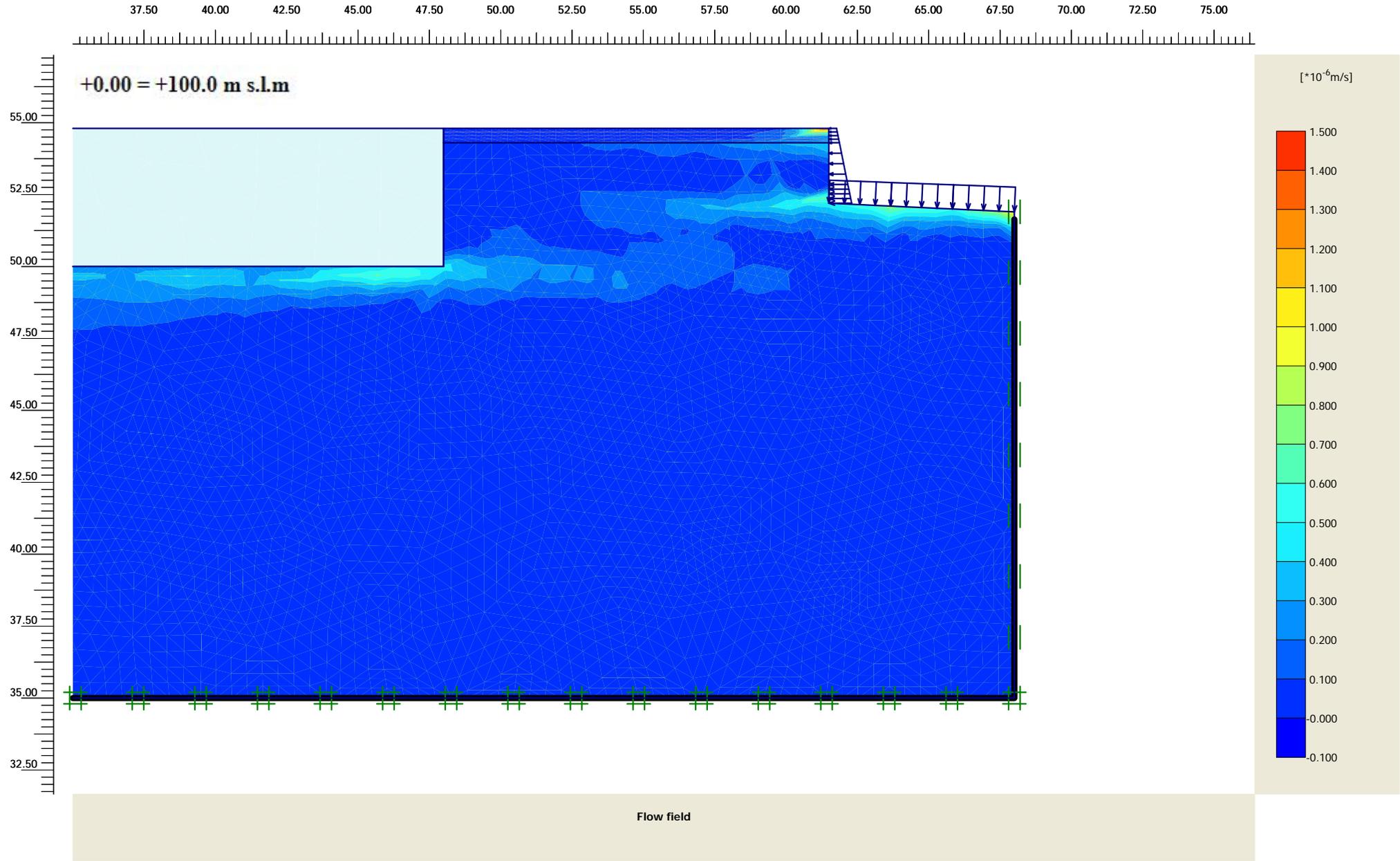
Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Project description

2 - MONZA - Via Piave con interrati

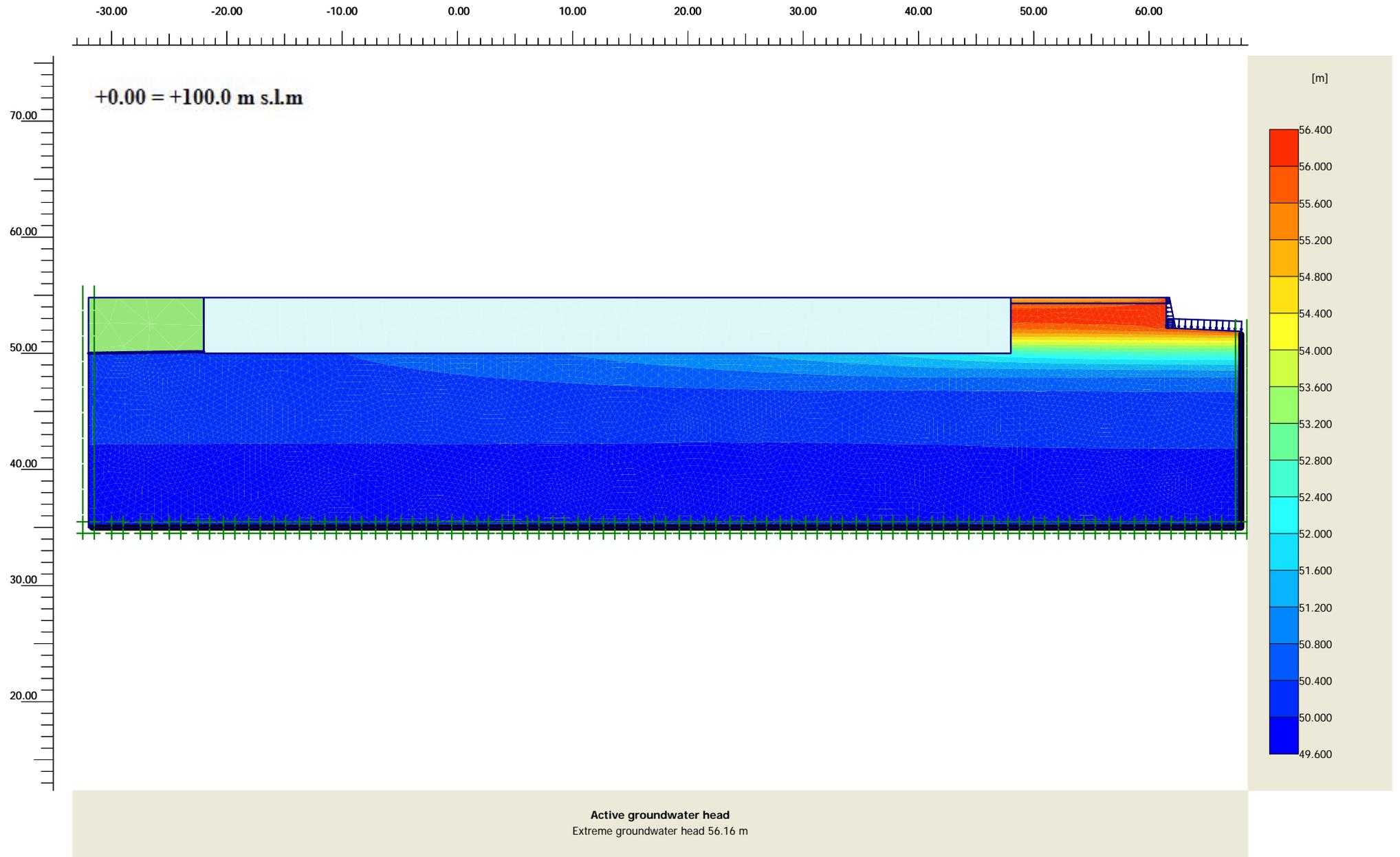
Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Project description

2 - MONZA - Via Piave con interrati

Project name

Date

29/07/10

User name

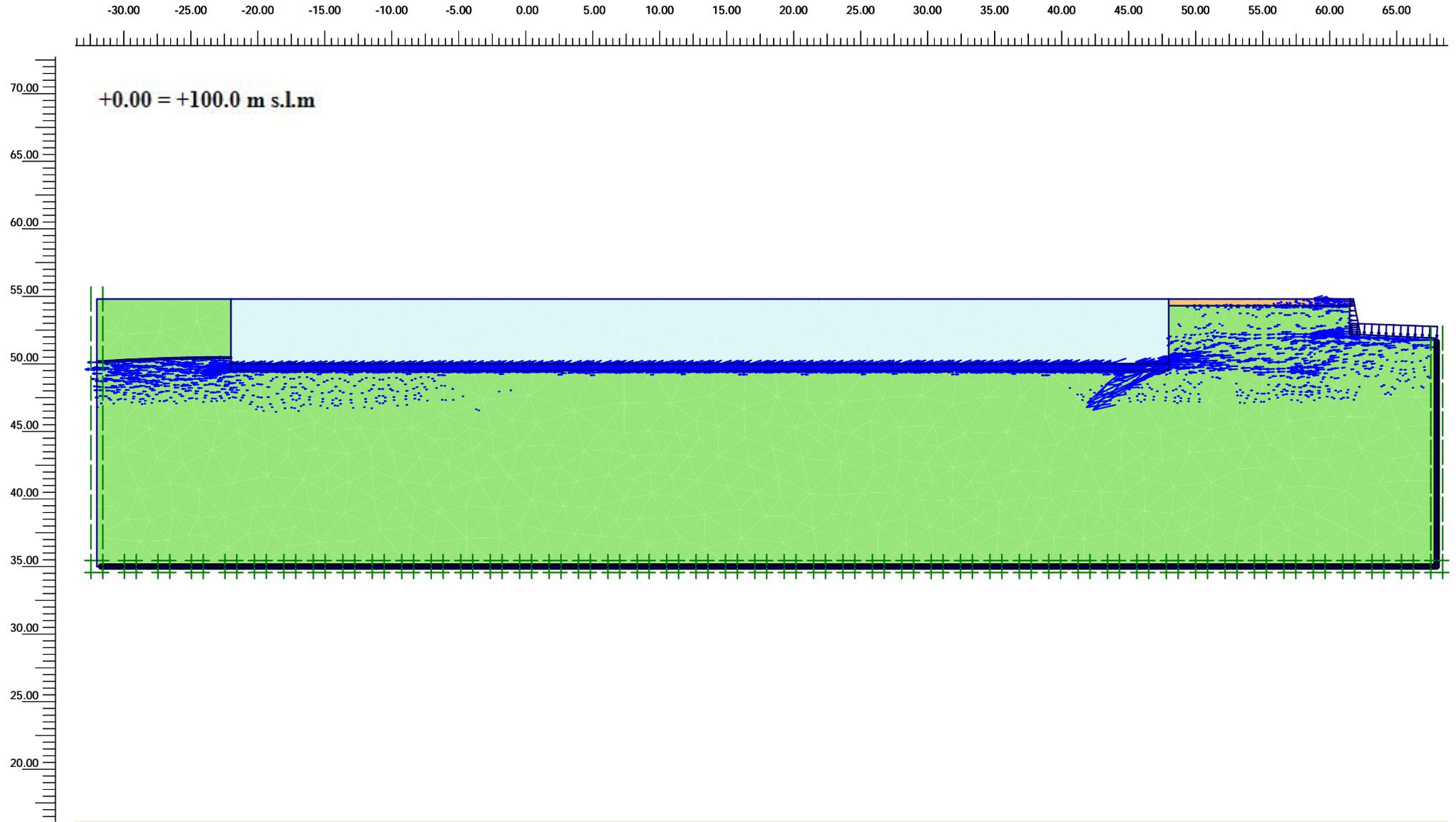
Garassino s.r.l.



ANALISI 3

MODELLO IN PRESENZA DI UNO STRATO DRENANTE

<i>DATA DATE</i>	<i>DOCUMENTO DOCUMENT</i>	<i>COMMESSA JOB</i>	<i>PROTOCOLLO DOC. No.</i>	<i>REVISIONE REVISION</i>	<i>PAG. PAGE</i>	<i>PAG. TOT. TOT. PAGES</i>
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	62	90

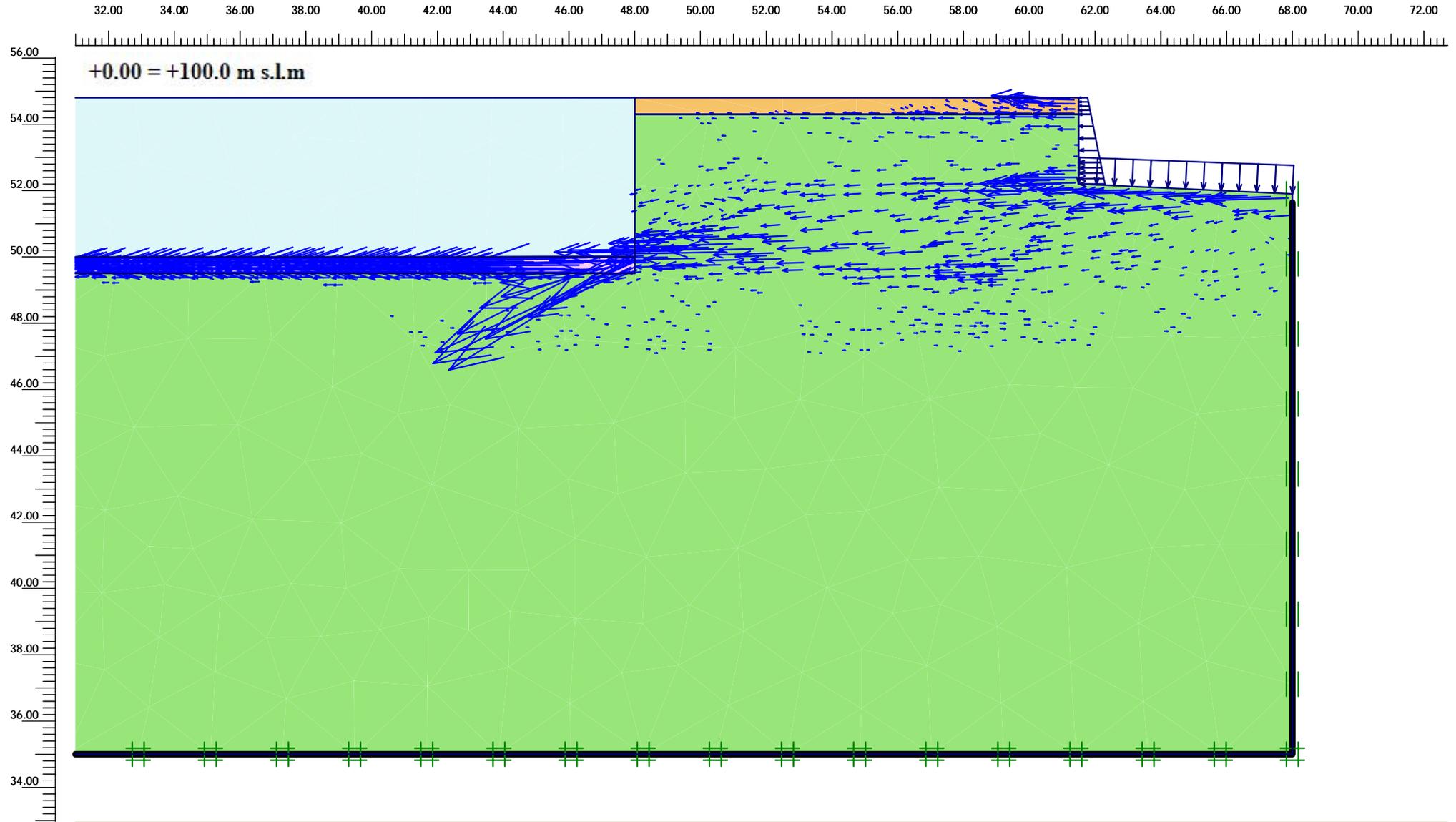


Flow field
Extreme velocity $3.37 \cdot 10^{-6}$ m/s



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

<i>Project description</i>		
3 - MONZA - Via Piave con strato drenante		
<i>Project name</i>	<i>Date</i>	<i>User name</i>
	29/07/10	Garassino s.r.l.



Flow field
Extreme velocity $3.37 \cdot 10^{-6}$ m/s



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

3 - MONZA - Via Piave con strato drenante

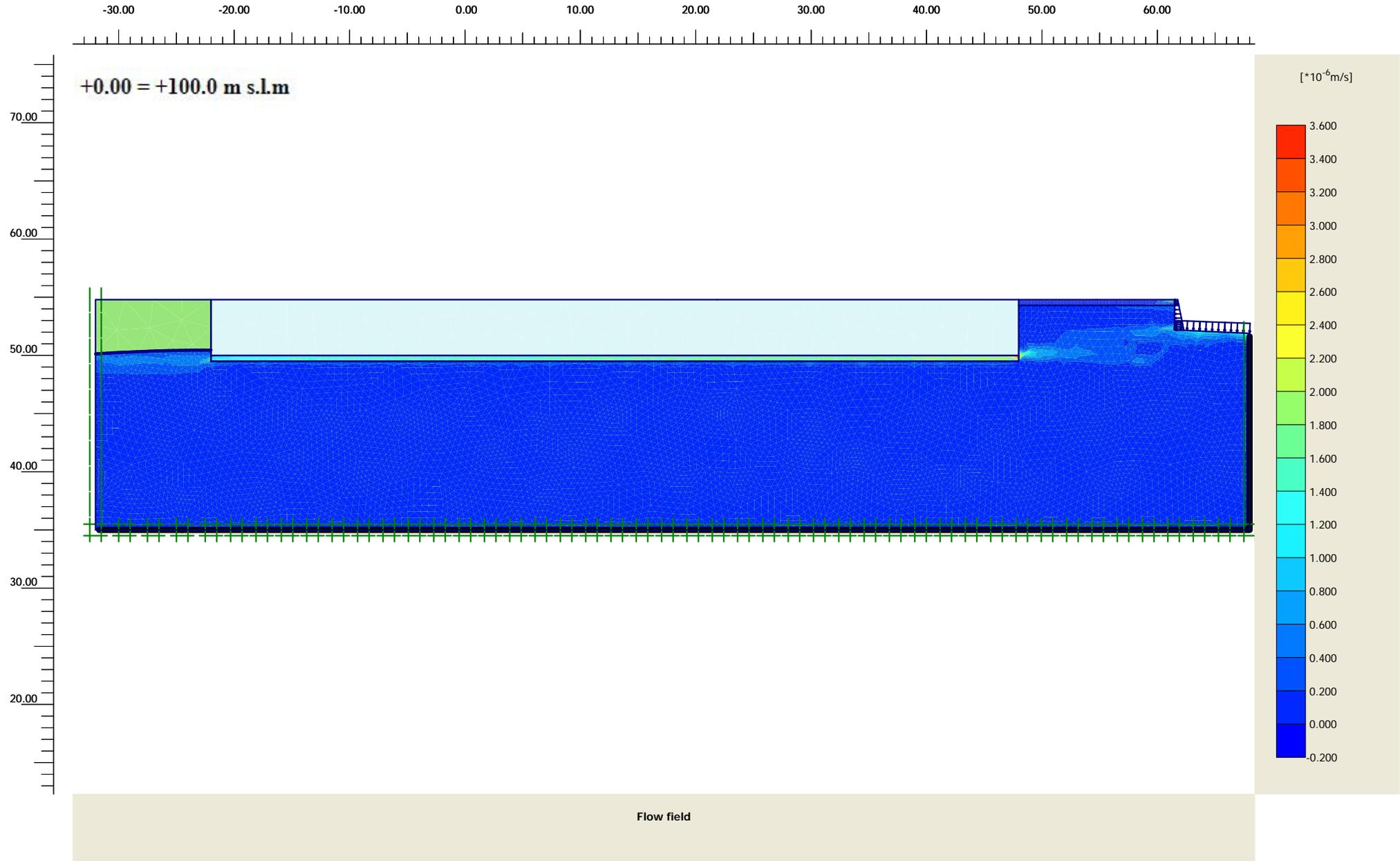
Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Project description

3 - MONZA - Via Piave con strato drenante

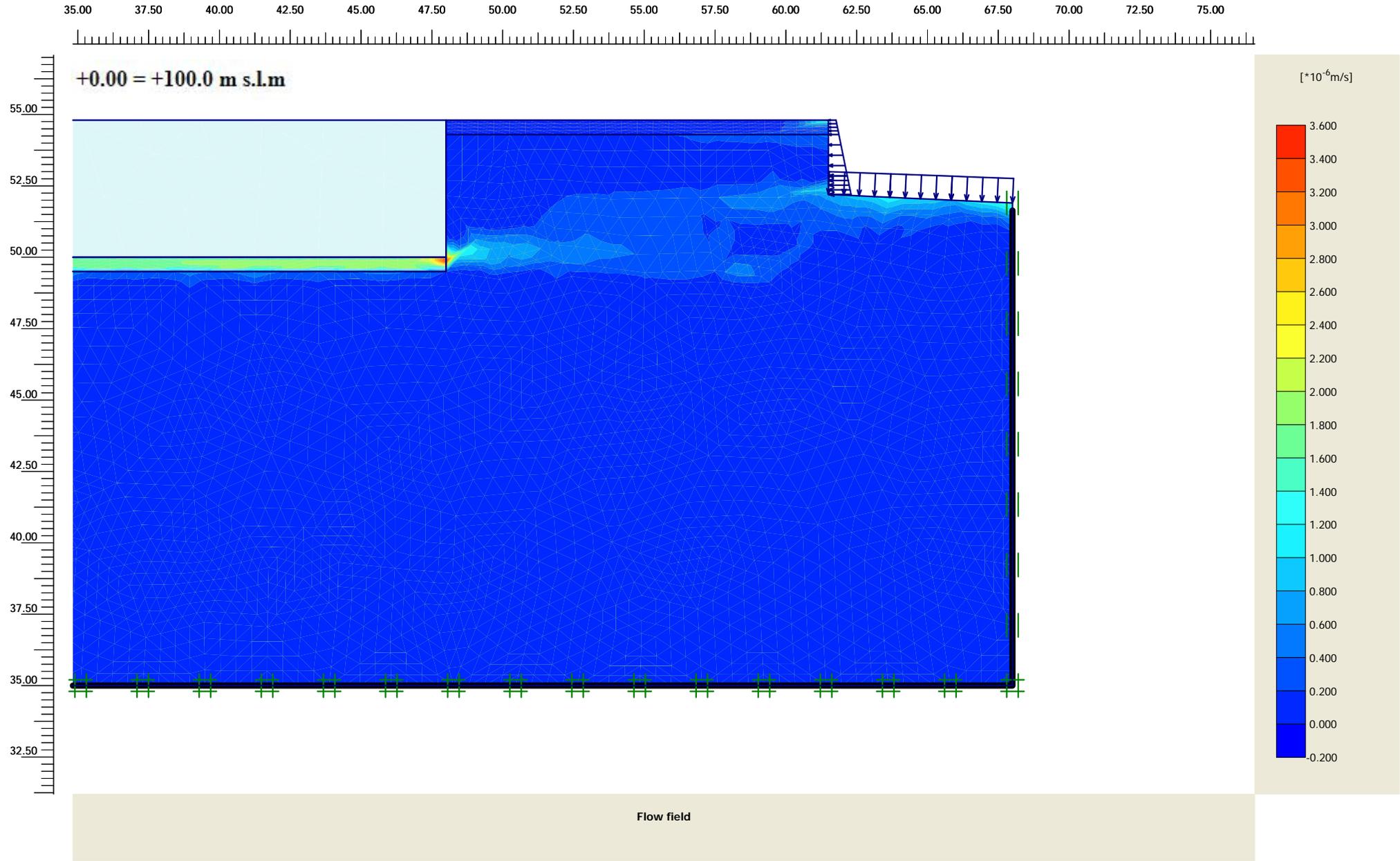
Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Project description

3 - MONZA - Via Piave con strato drenante

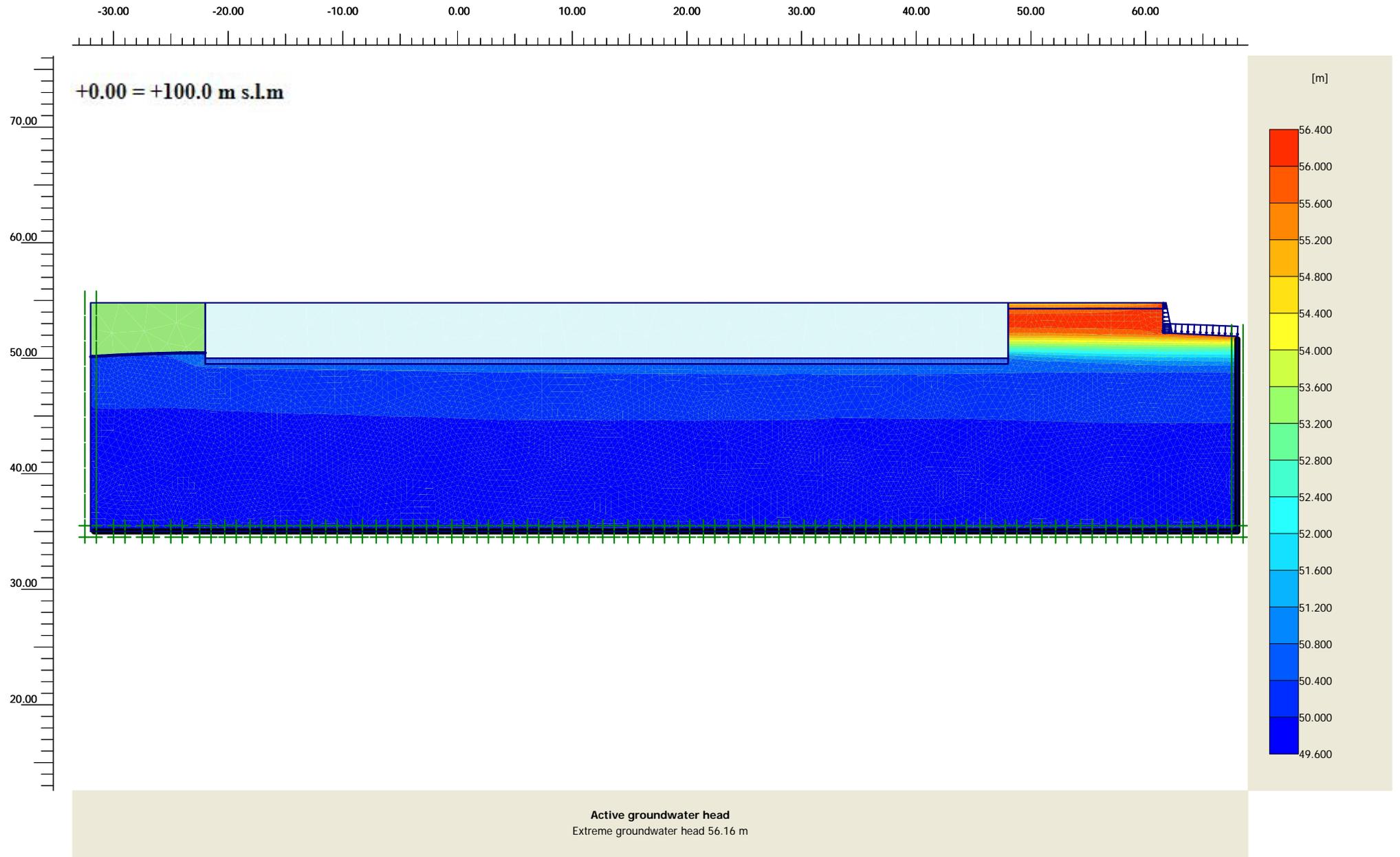
Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Project description

3 - MONZA - Via Piave con strato drenante

Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.

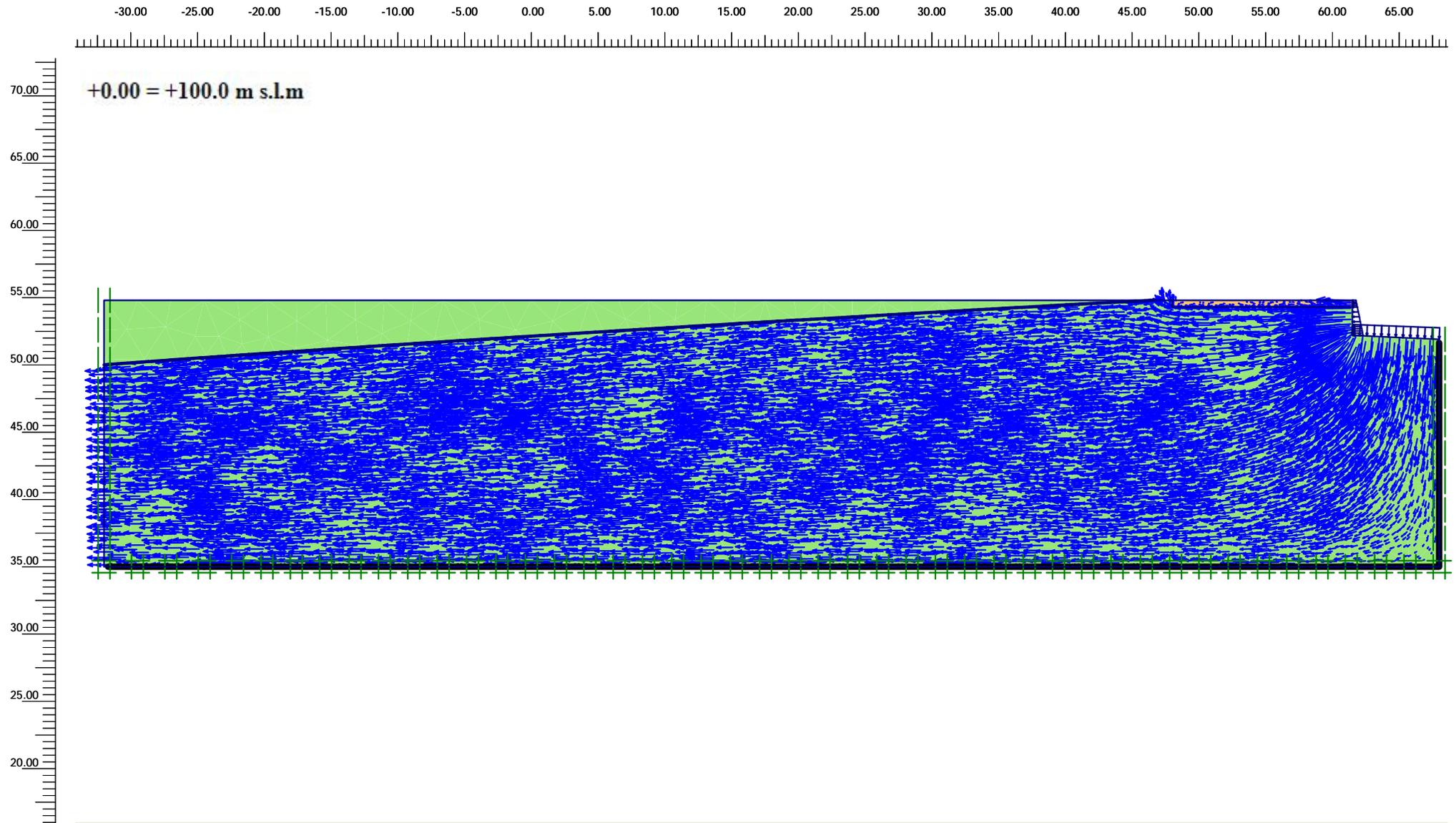


ANALISI 4

MODELLO CON PERMEABILITA' $k_h = k_v$

<i>DATA DATE</i>	<i>DOCUMENTO DOCUMENT</i>	<i>COMMESSA JOB</i>	<i>PROTOCOLLO DOC. No.</i>	<i>REVISIONE REVISION</i>	<i>PAG. PAGE</i>	<i>PAG. TOT. TOT. PAGES</i>
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	68	90

Azienda con Sistema Gestione Qualità ISO 9001:2000 certificato da ICMQ
Company with Quality Management System ISO 9001:2000 certified by ICMQ



Flow field
Extreme velocity $2.17 \cdot 10^{-6}$ m/s



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

4 - MONZA - Via Piave senza interrati - kh = kv

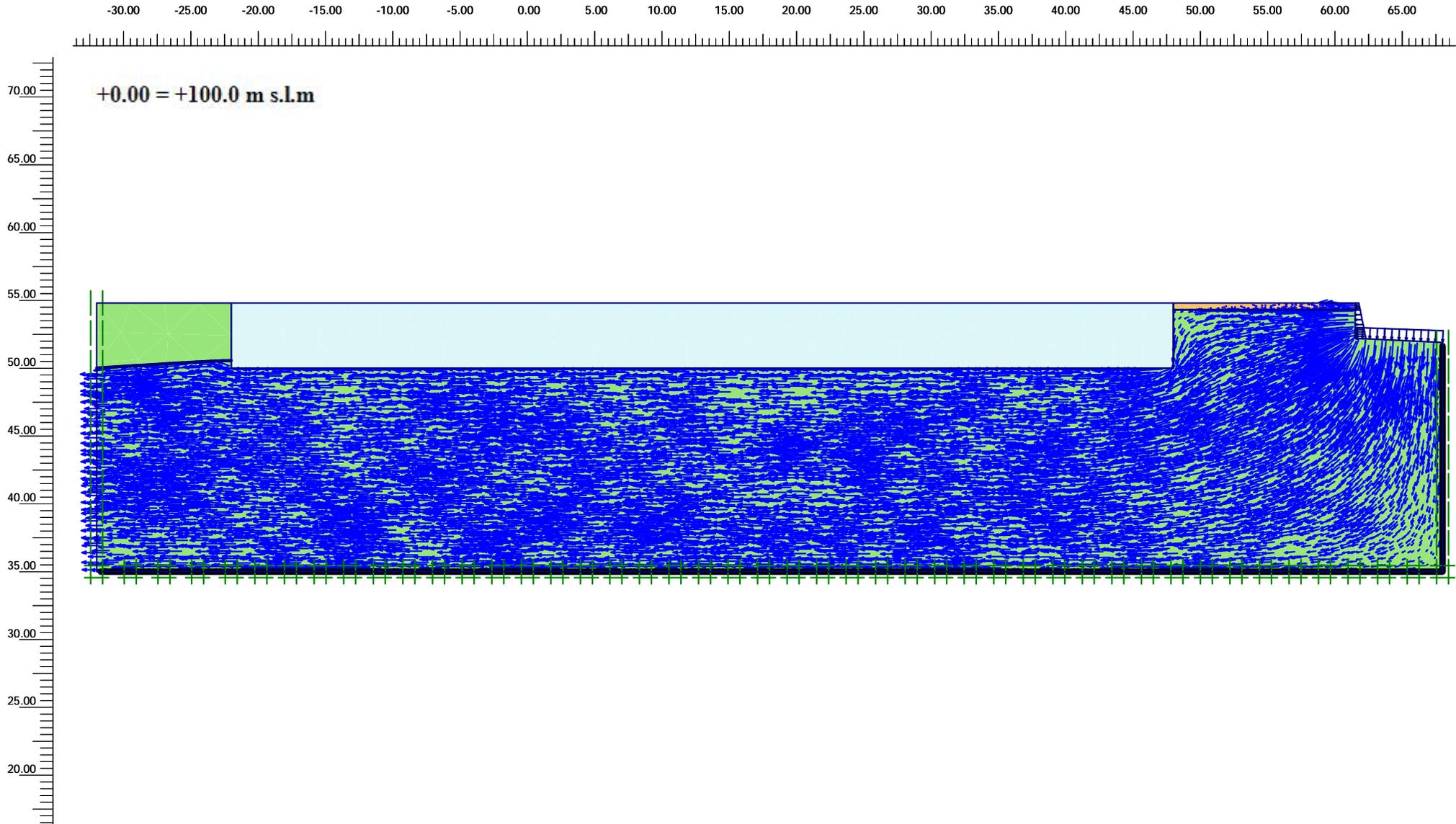
Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Flow field
Extreme velocity $1.84 \cdot 10^{-6}$ m/s



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

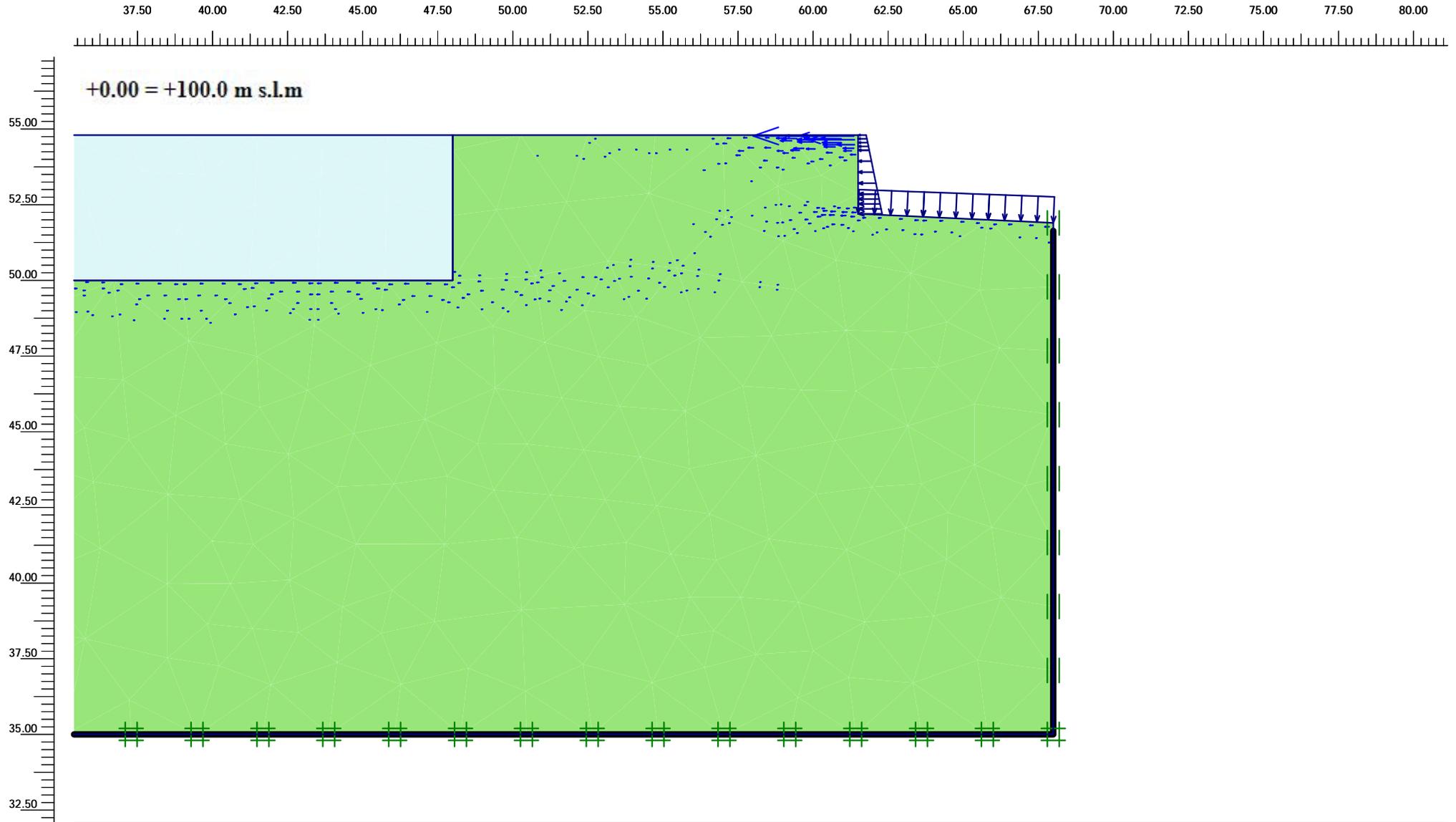
<i>Project description</i>		
4 - MONZA - Via Piave con interrati - kh = kv		
<i>Project name</i>	<i>Date</i>	<i>User name</i>
	29/07/10	Garassino s.r.l.



ANALISI 5
MODELLO CON DIFFERENTI SPESSORI DI STRATO SUPERFICIALE
A PERMEABILITA' RIDOTTA

<i>DATA</i> <i>DATE</i>	<i>DOCUMENTO</i> <i>DOCUMENT</i>	<i>COMMESSA</i> <i>JOB</i>	<i>PROTOCOLLO</i> <i>DOC. No.</i>	<i>REVISIONE</i> <i>REVISION</i>	<i>PAG.</i> <i>PAGE</i>	<i>PAG. TOT.</i> <i>TOT. PAGES</i>
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	71	90

Azienda con Sistema Gestione Qualità ISO 9001:2000 certificato da ICMQ
Company with Quality Management System ISO 9001:2000 certified by ICMQ



Flow field
Extreme velocity $16.74 \cdot 10^{-6}$ m/s



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

MONZA - Via Piave - spessore 0.0 m

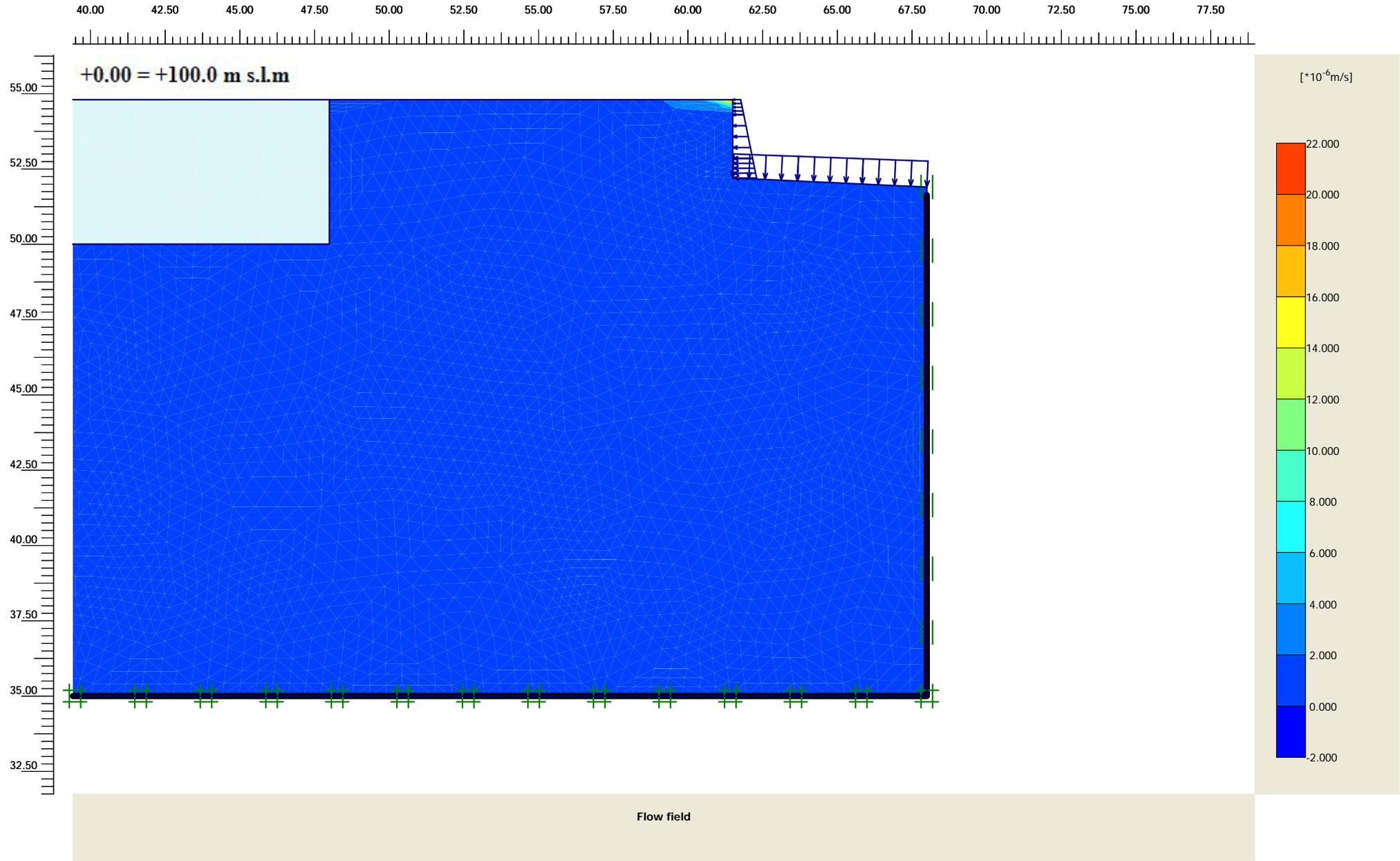
Project name

Date

20/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Project description

MONZA - Via Piave

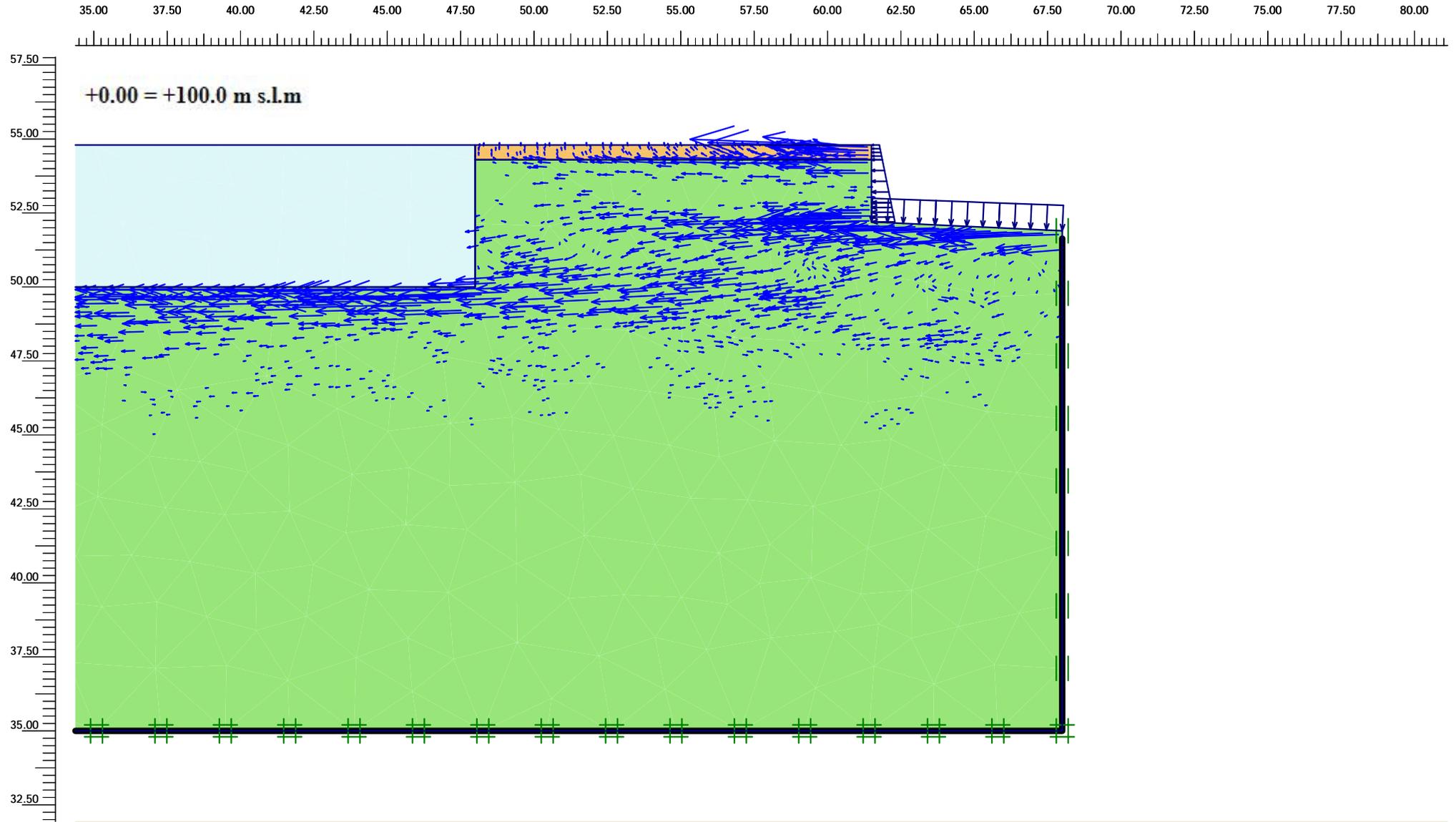
Project name

Date

20/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Flow field

Extreme velocity $1.18 \cdot 10^{-6}$ m/s



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

MONZA - Via Piave - spessore 0.5 m

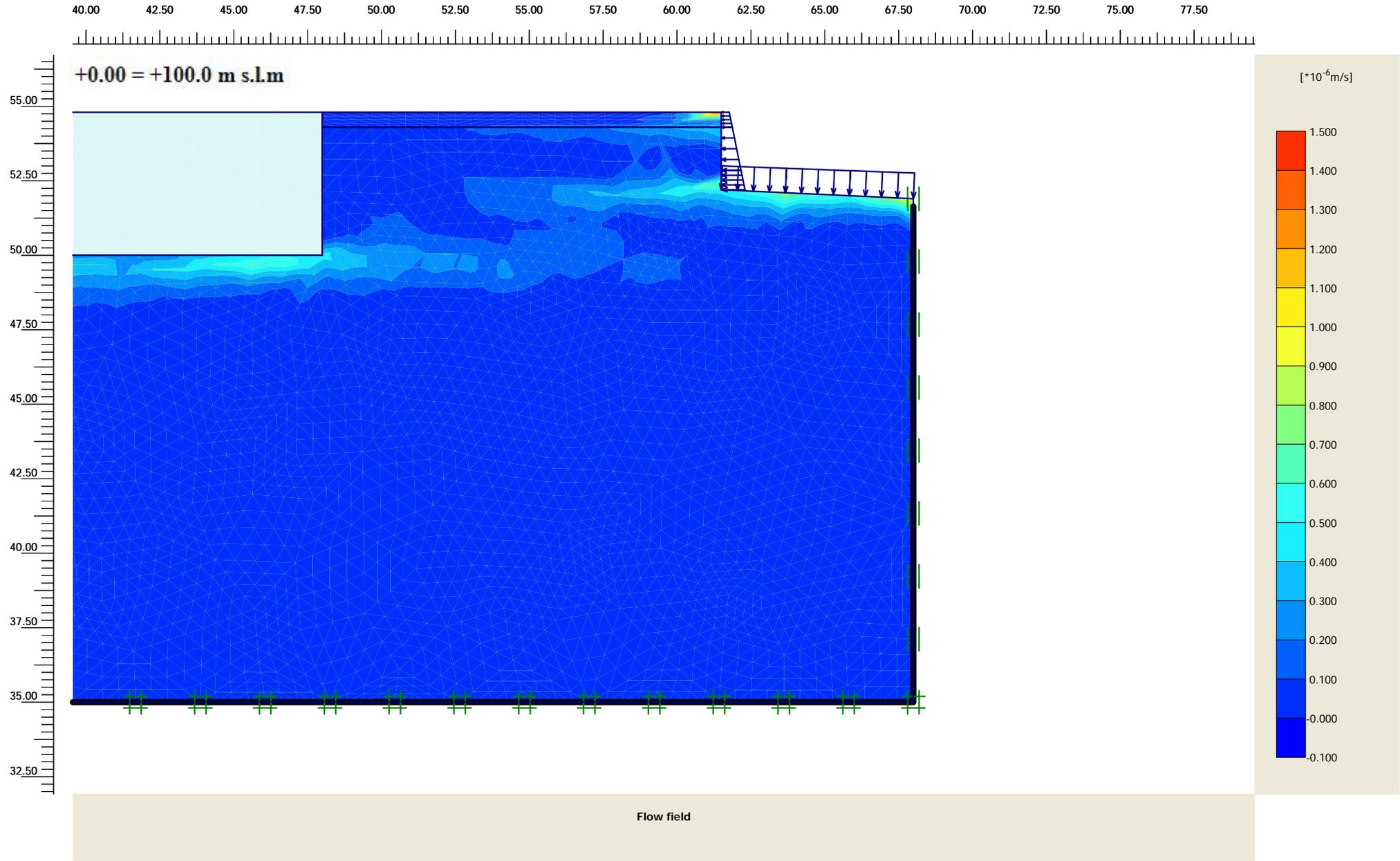
Project name

Date

20/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

MONZA - Via Piave - spessore 0.5

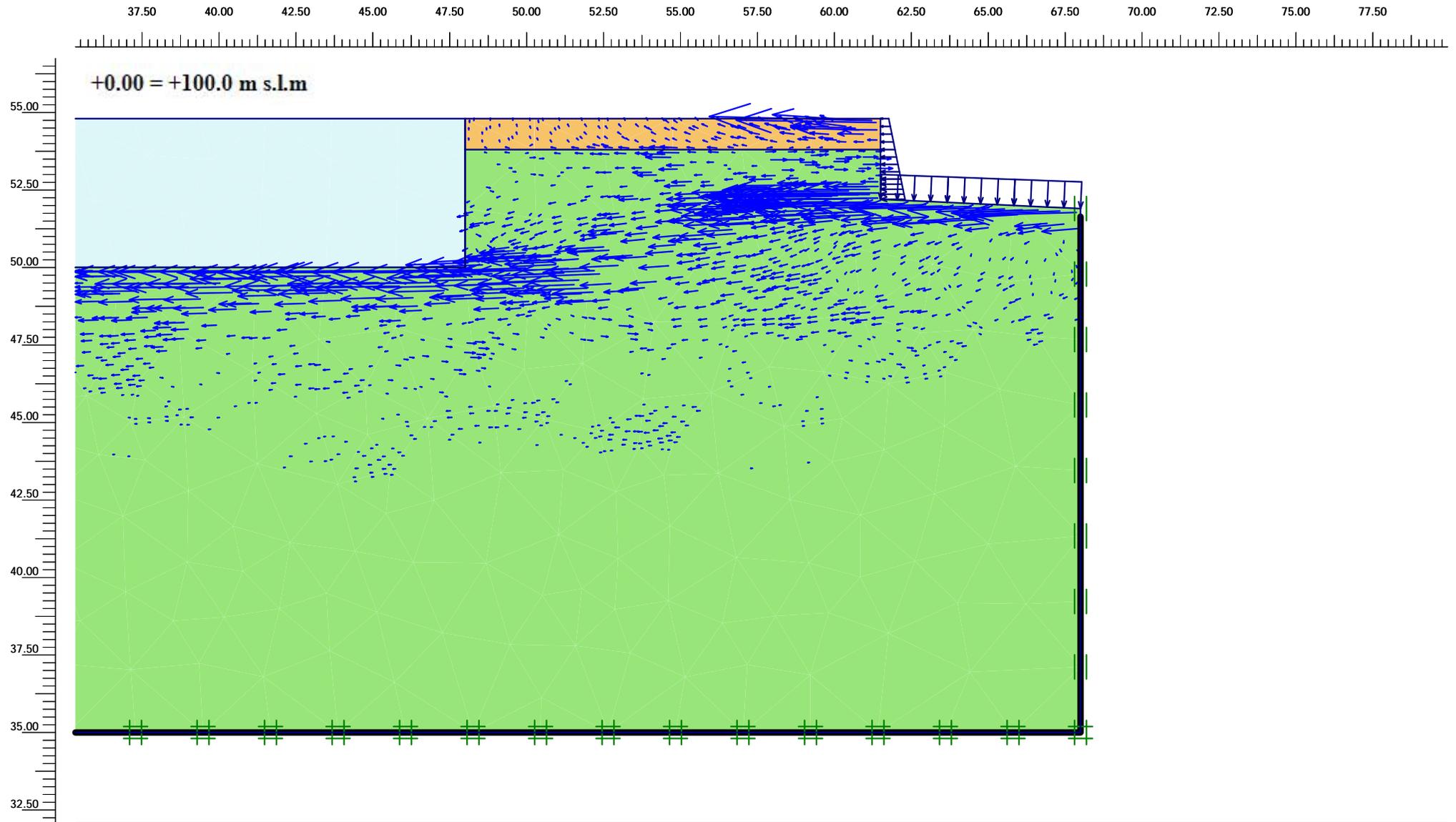
Project name

Date

20/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Flow field
Extreme velocity $1.06 \cdot 10^{-6}$ m/s



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

MONZA - Via Piave - spessore 1.0 m

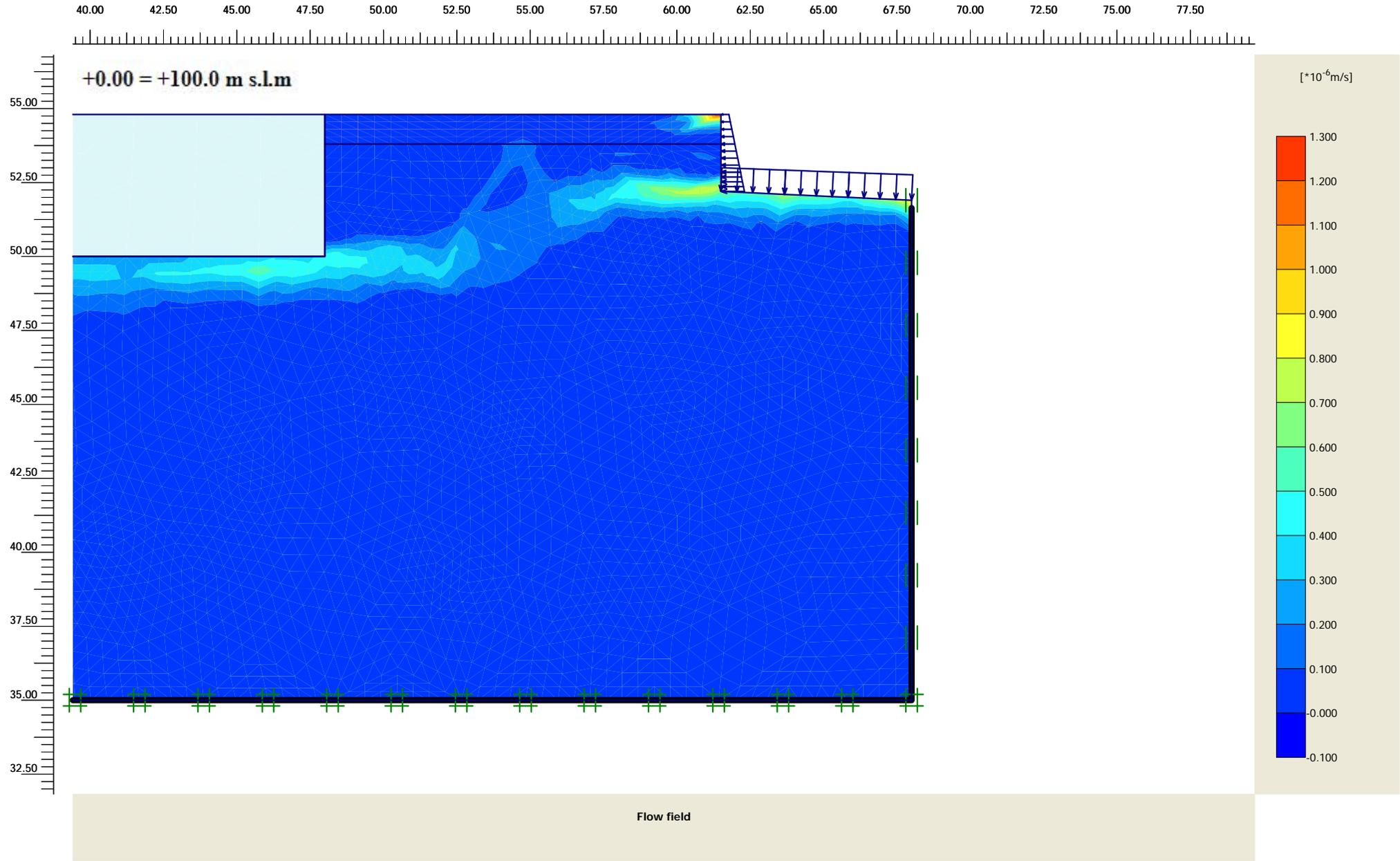
Project name

Date

20/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

MONZA - Via Piave - spessore 1.0 m

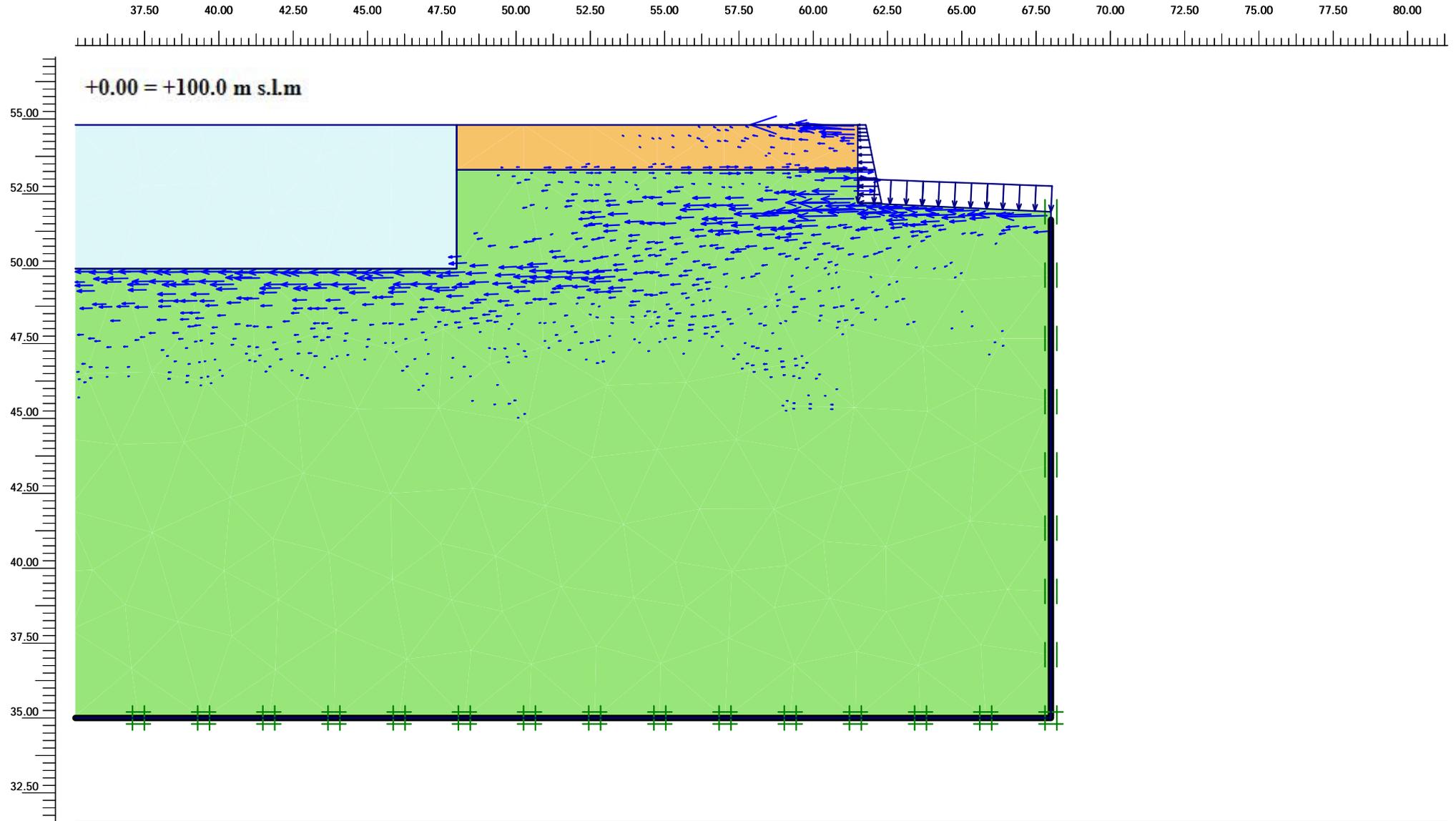
Project name

Date

20/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Flow field
Extreme velocity $1.74 \cdot 10^{-6}$ m/s



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

MONZA - Via Piave - spessore 1.5 m

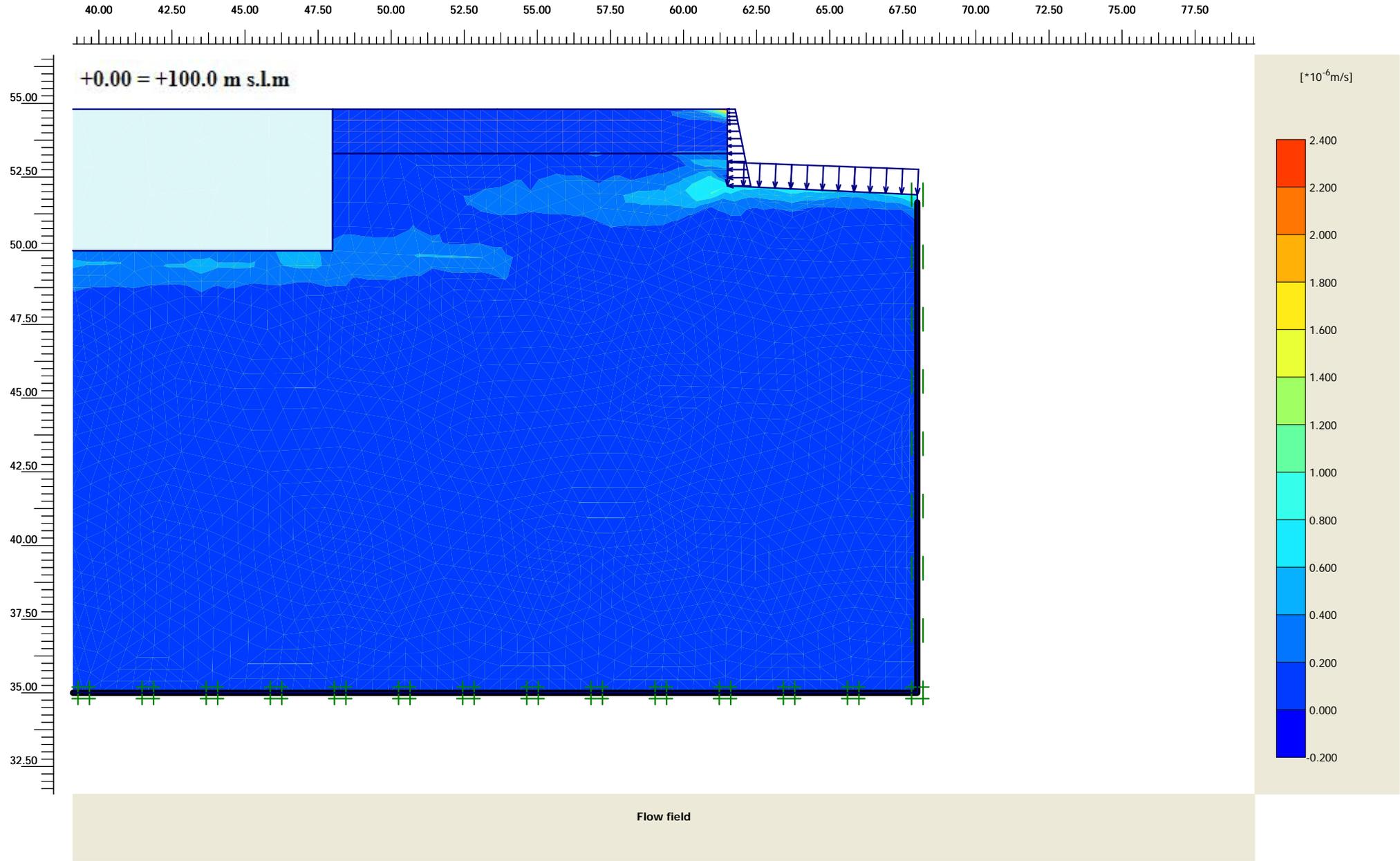
Project name

Date

20/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Project description

MONZA - Via Piave - spessore 1.5 m

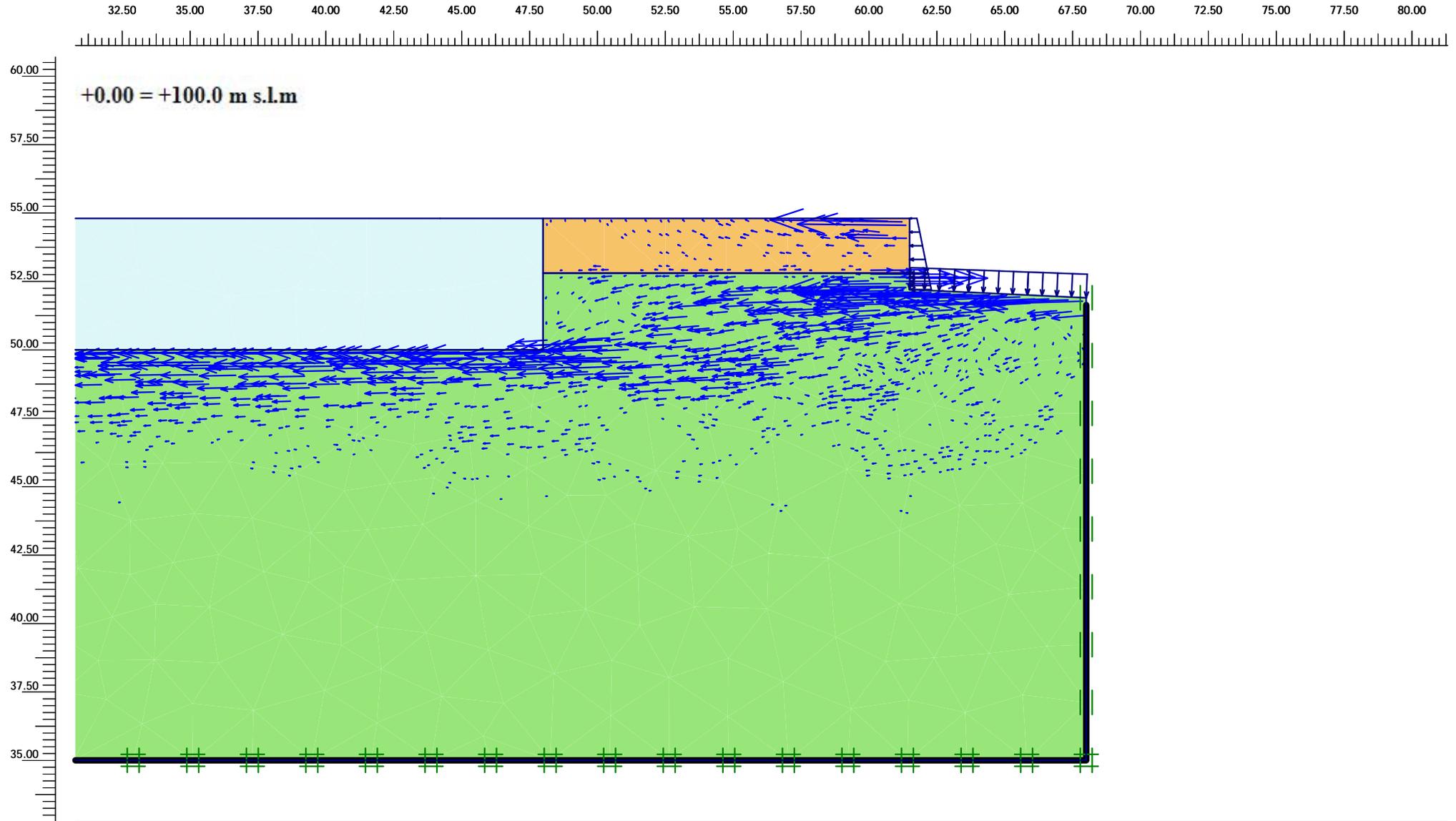
Project name

Date

20/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Flow field
Extreme velocity $971.76 \cdot 10^{-9}$ m/s



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

MONZA - Via Piave - spessore 2.0 m

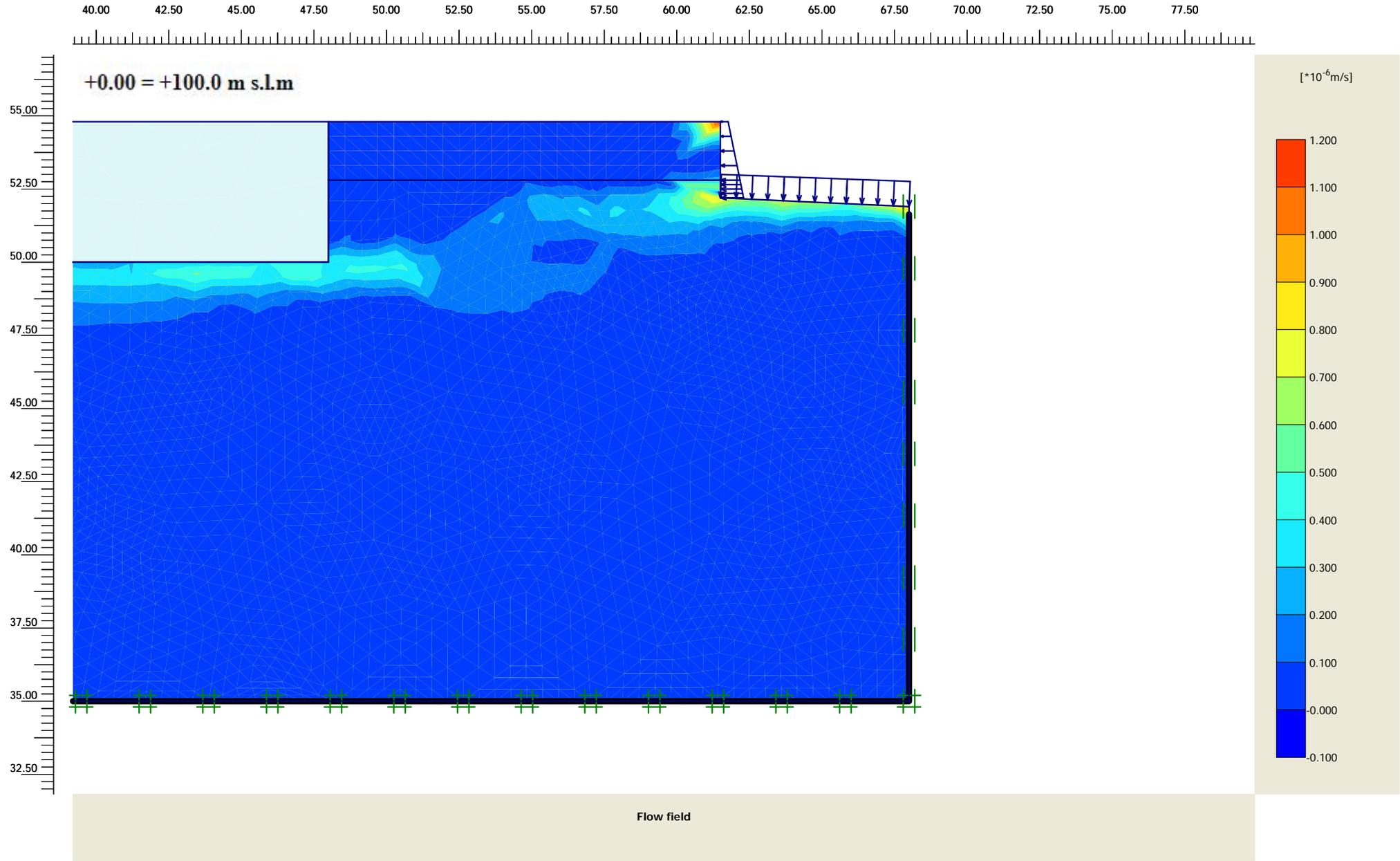
Project name

Date

20/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

MONZA - Via Piave - spessore 2.0 m

Project name

Date

20/07/10

User name

Garassino s.r.l.

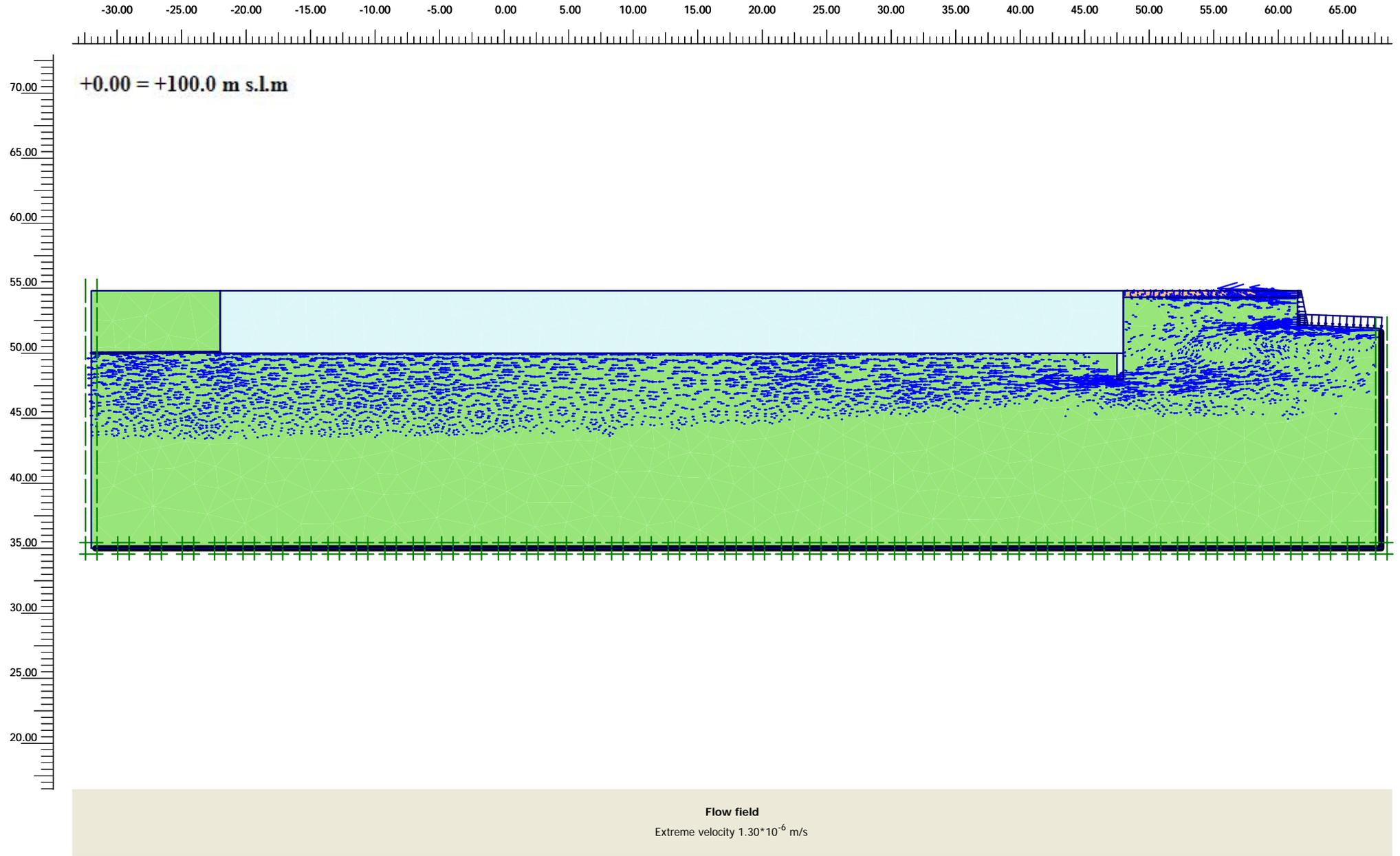


ANALISI 6

MODELLO CON TAGLIONE DI LUNGHEZZA $D = 2.0 m$ e $D = 4.0 m$

<i>DATA DATE</i>	<i>DOCUMENTO DOCUMENT</i>	<i>COMMESSA JOB</i>	<i>PROTOCOLLO DOC. No.</i>	<i>REVISIONE REVISION</i>	<i>PAG. PAGE</i>	<i>PAG. TOT. TOT. PAGES</i>
29.07.10	Studio di filtrazione	2188	04	00	82	90

Azienda con Sistema Gestione Qualità ISO 9001:2000 certificato da ICMQ
Company with Quality Management System ISO 9001:2000 certified by ICMQ



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

6 - MONZA - Via Piave con taglione 2.0 m

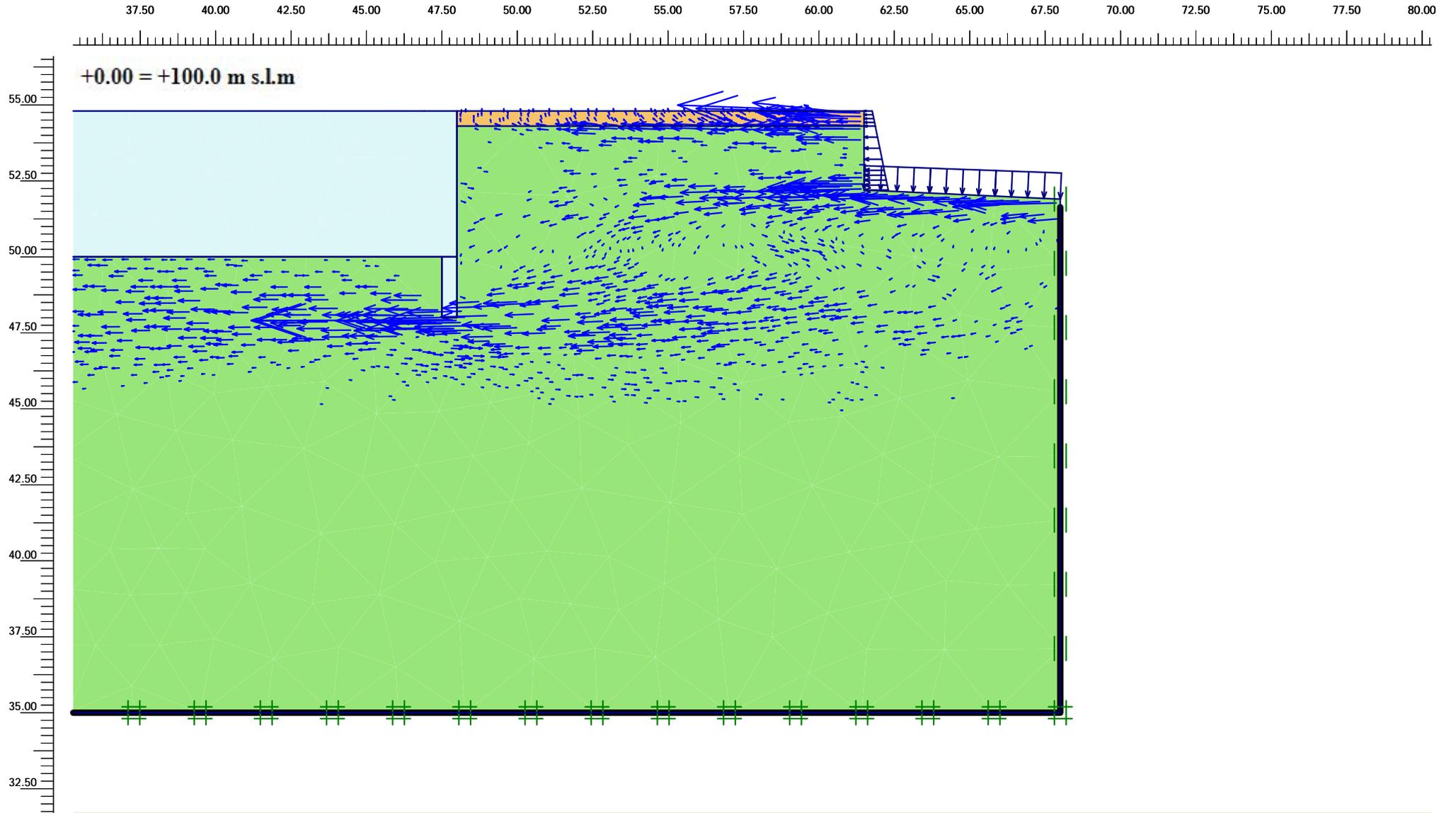
Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Flow field
Extreme velocity $1.30 \cdot 10^{-6}$ m/s



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

MONZA - Via Piave con taglione 2.0 m

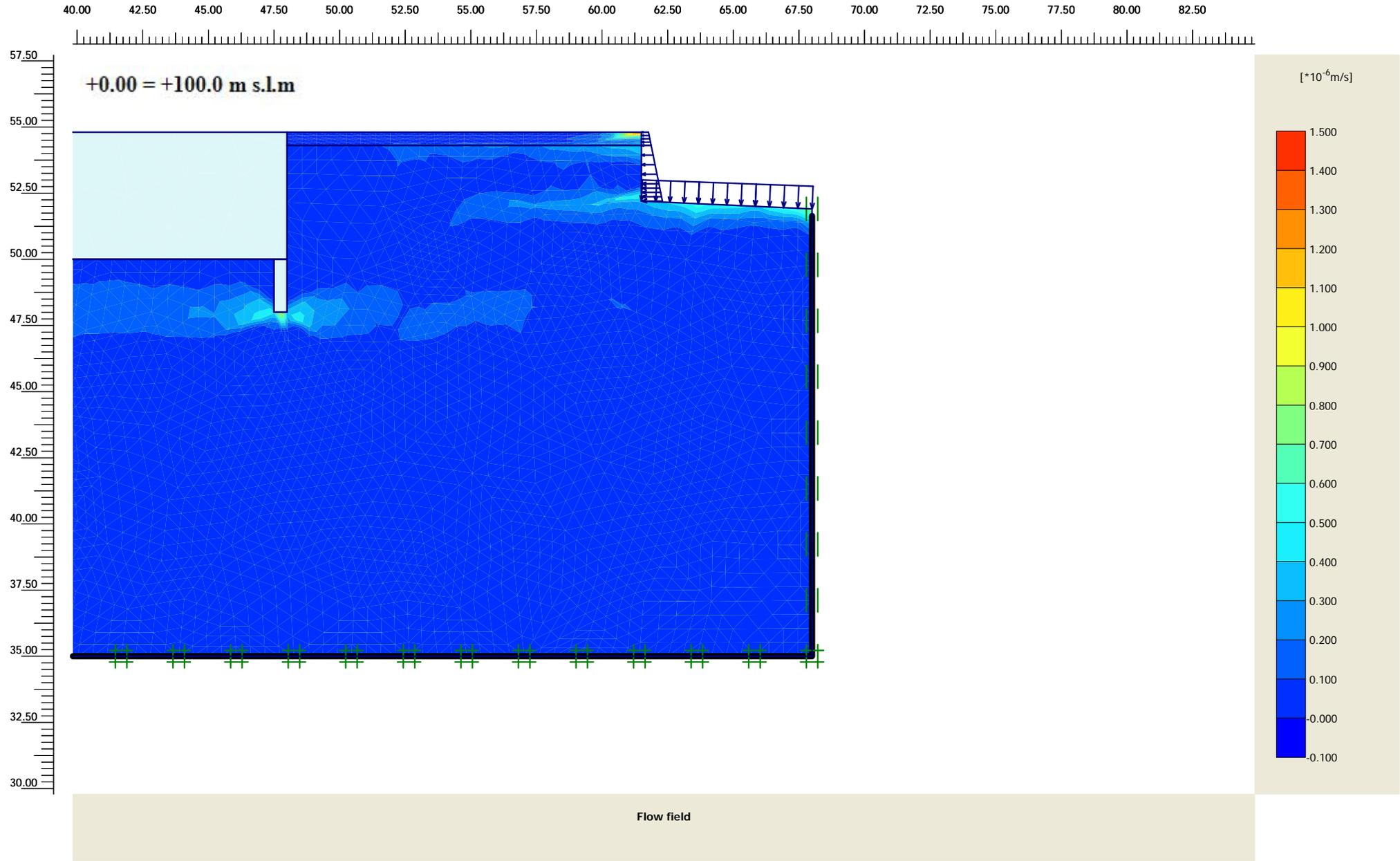
Project name

Date

26/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Project description

MONZA - Via Piave con taglione 2.0 m

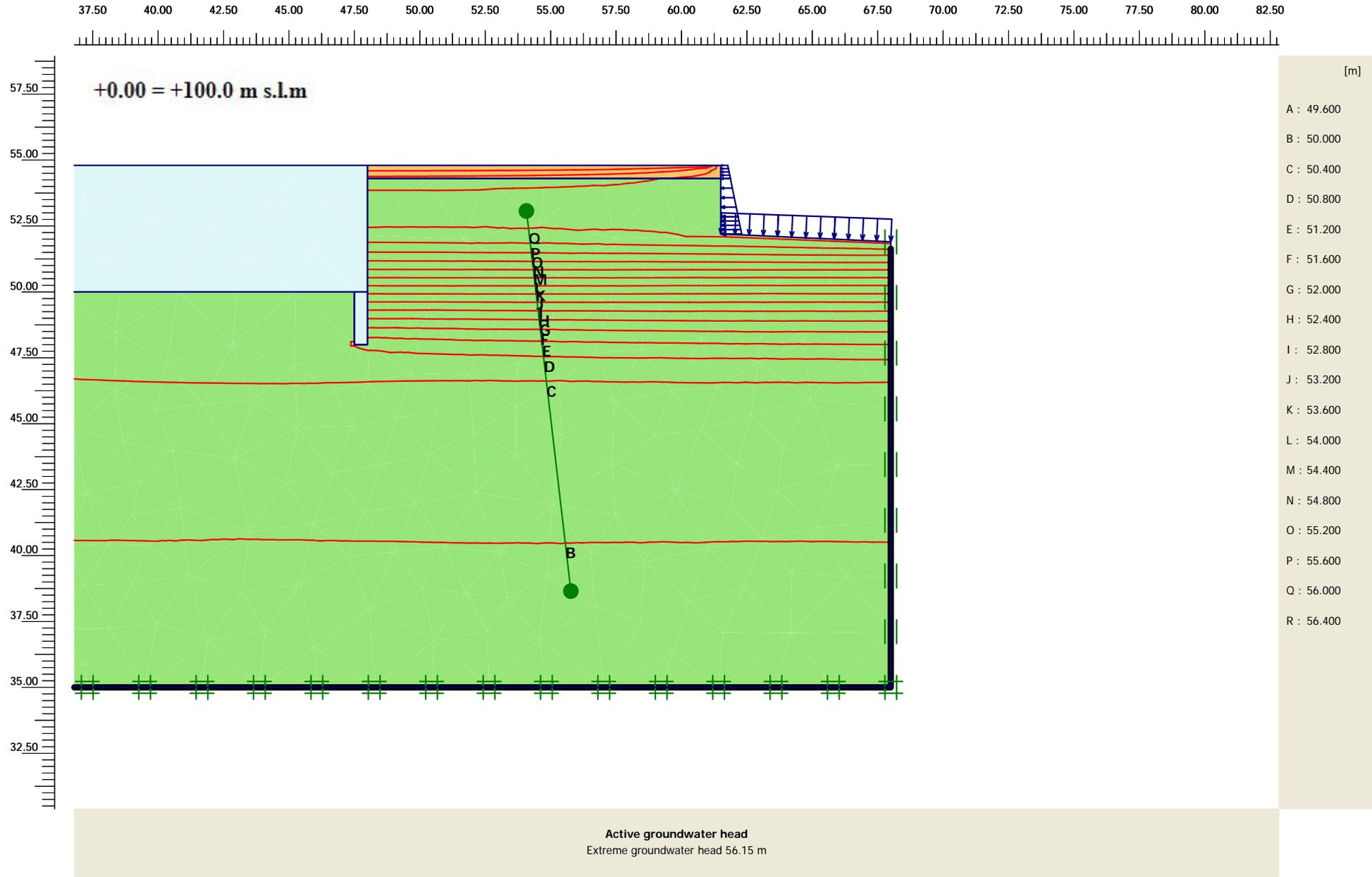
Project name

Date

26/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Project description

MONZA - Via Piave con taglione 2.0 m

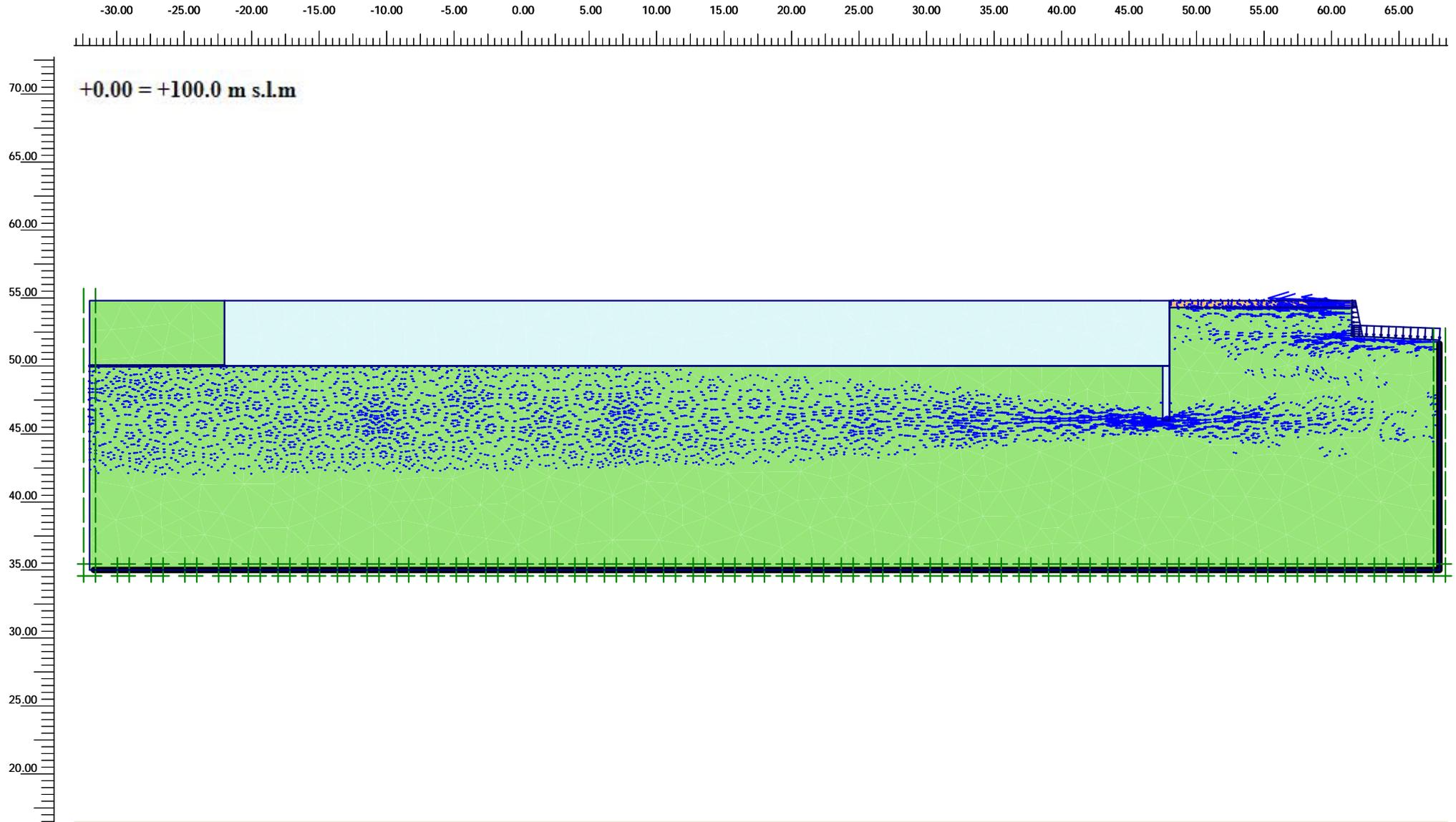
Project name

Date

26/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Flow field
Extreme velocity $1.18 \cdot 10^{-6}$ m/s



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

6 - MONZA - Via Piave con taglione 4.0 m

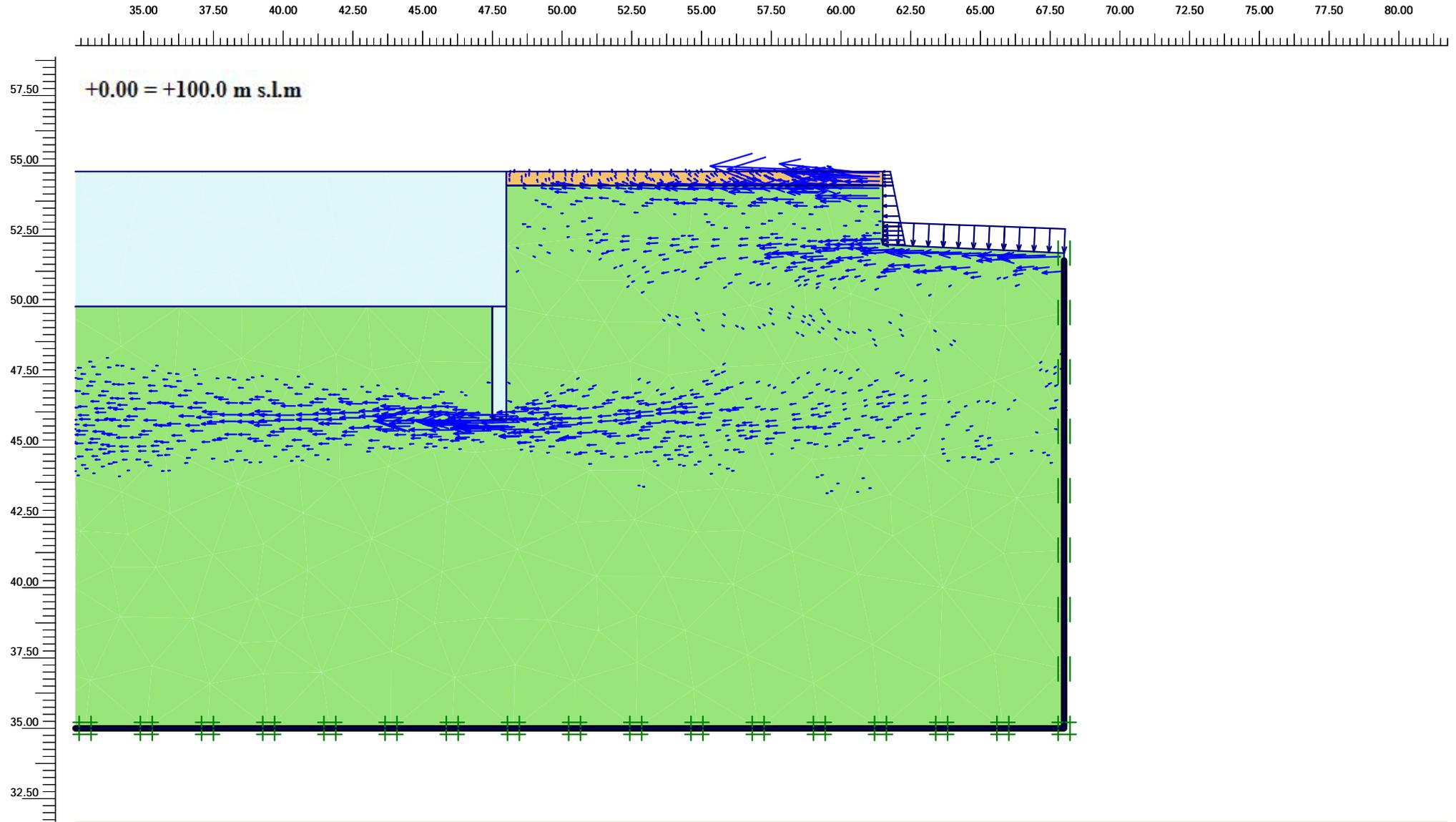
Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.

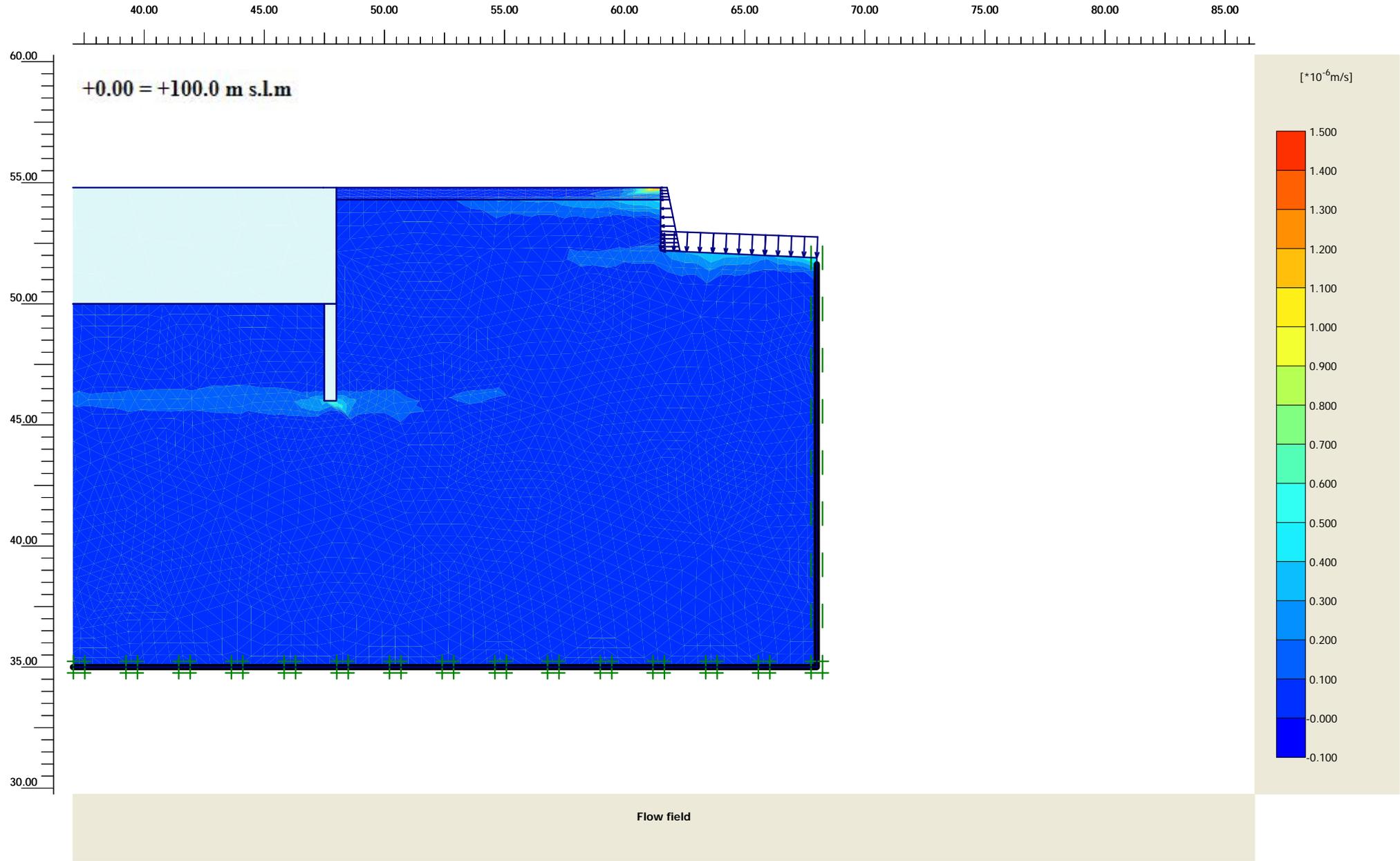


Flow field
Extreme velocity $1.18 \cdot 10^{-6}$ m/s



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

<i>Project description</i>		
MONZA - Via Piave con taglione 4.0 m		
<i>Project name</i>	<i>Date</i>	<i>User name</i>
	26/07/10	Garassino s.r.l.



Project description

MONZA - Via Piave con taglione 4.0 m

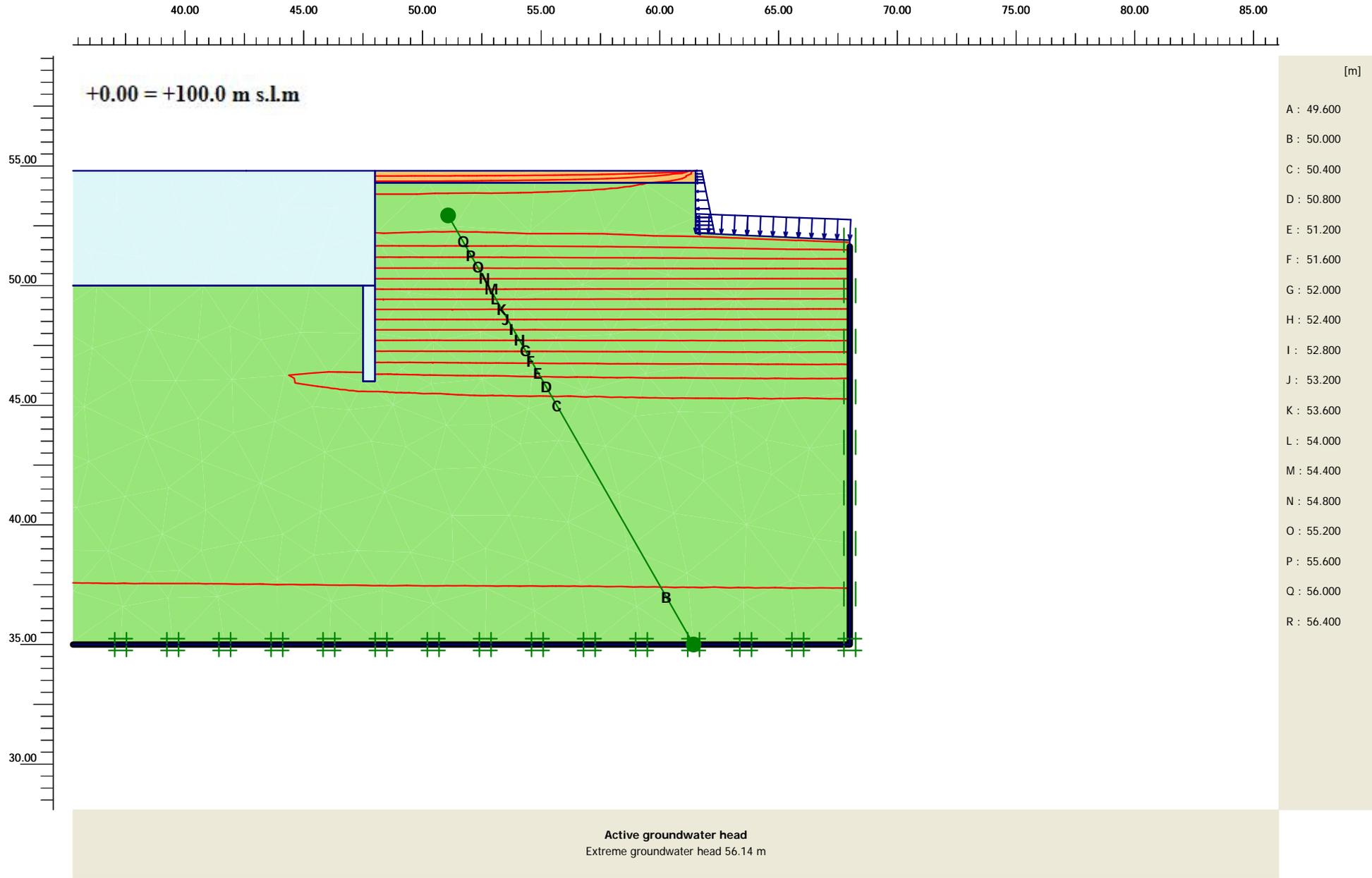
Project name

Date

26/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Project description

MONZA - Via Piave con taglione 4.0 m

Project name

Date

26/07/10

User name

Garassino s.r.l.