

COMUNE DI MONZA

PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO

AREA 9A VIA GHILINI

Studio di filtrazione, Relazione Idraulica
e sintesi dei risultati

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

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 coperture

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

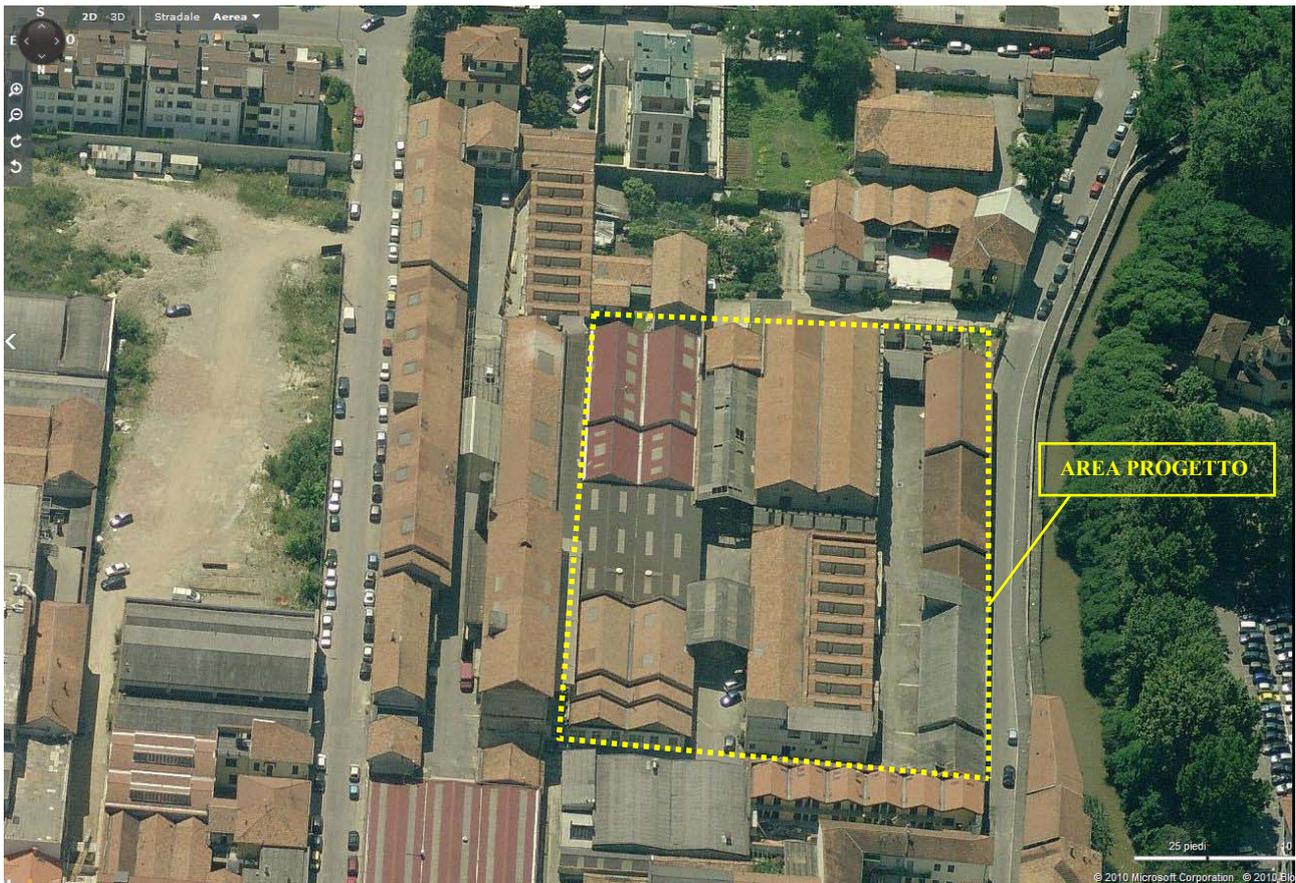


Figura 5.3 – STATO ATTUALE - Foto aerea vista da NORD

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

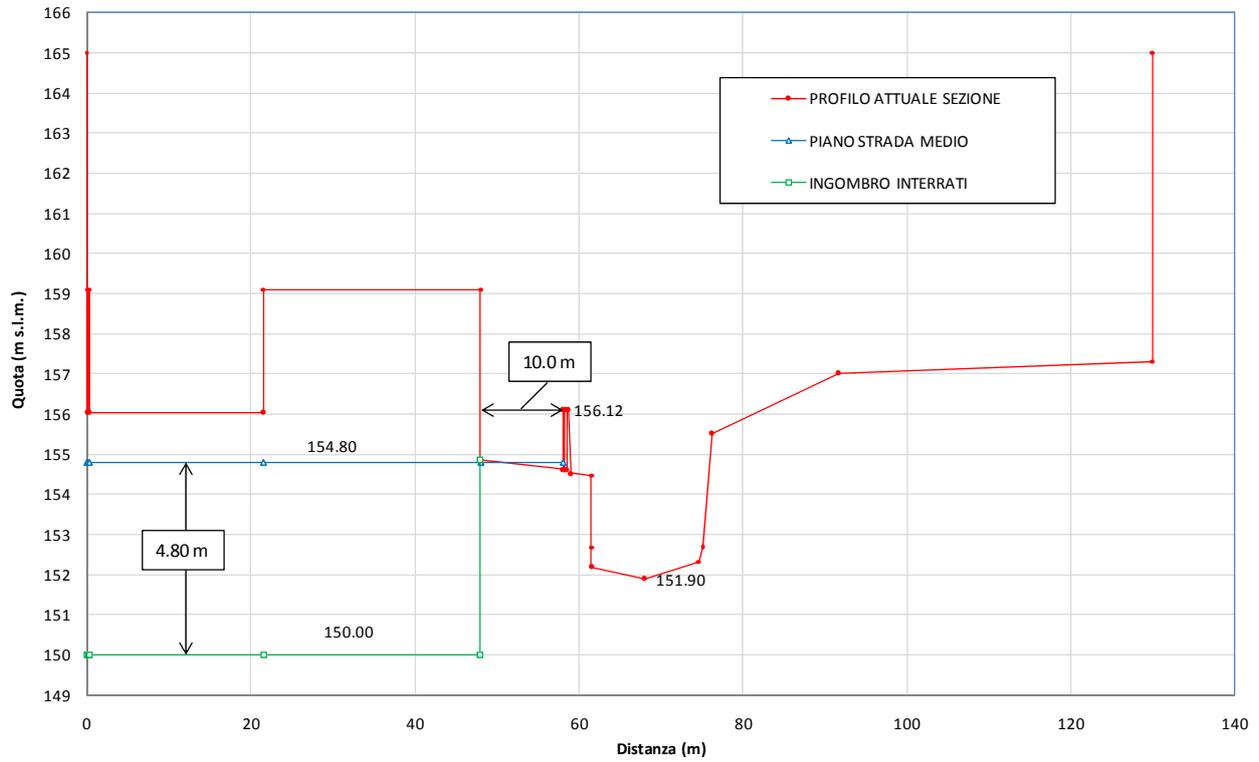


Figura 5.4 – Sezione attuale tipica dell'area progetto

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

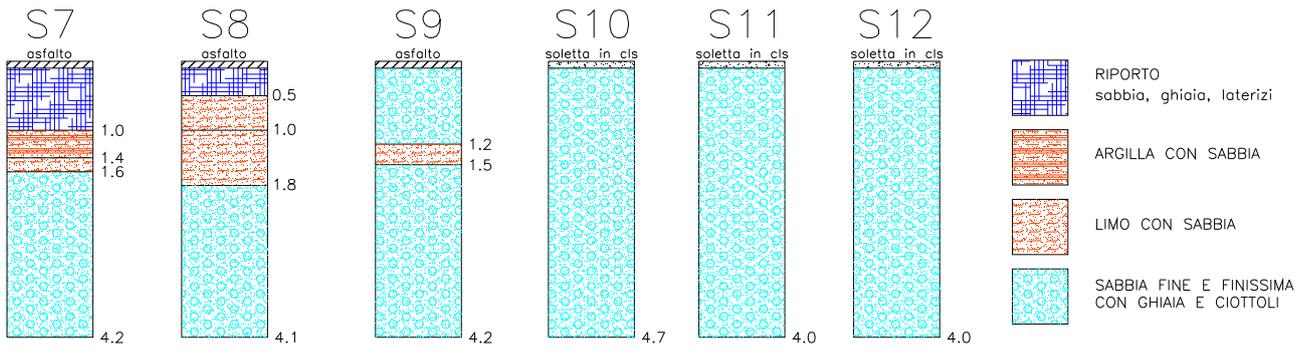


Figura 6.1.1 – Stratigrafie sondaggi

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.

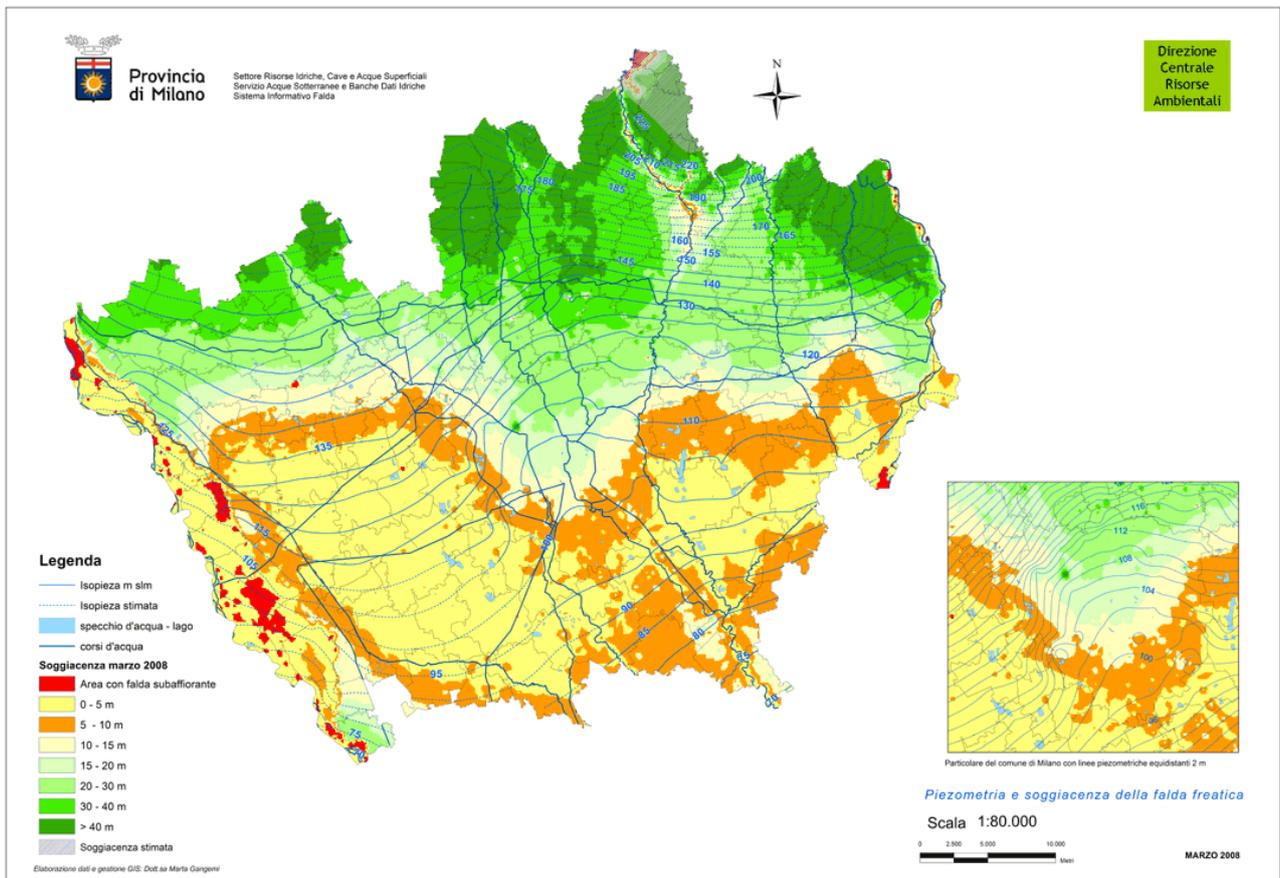


Figura 6.1.2 – Isopieze della falda freatica – MARZO 2008

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

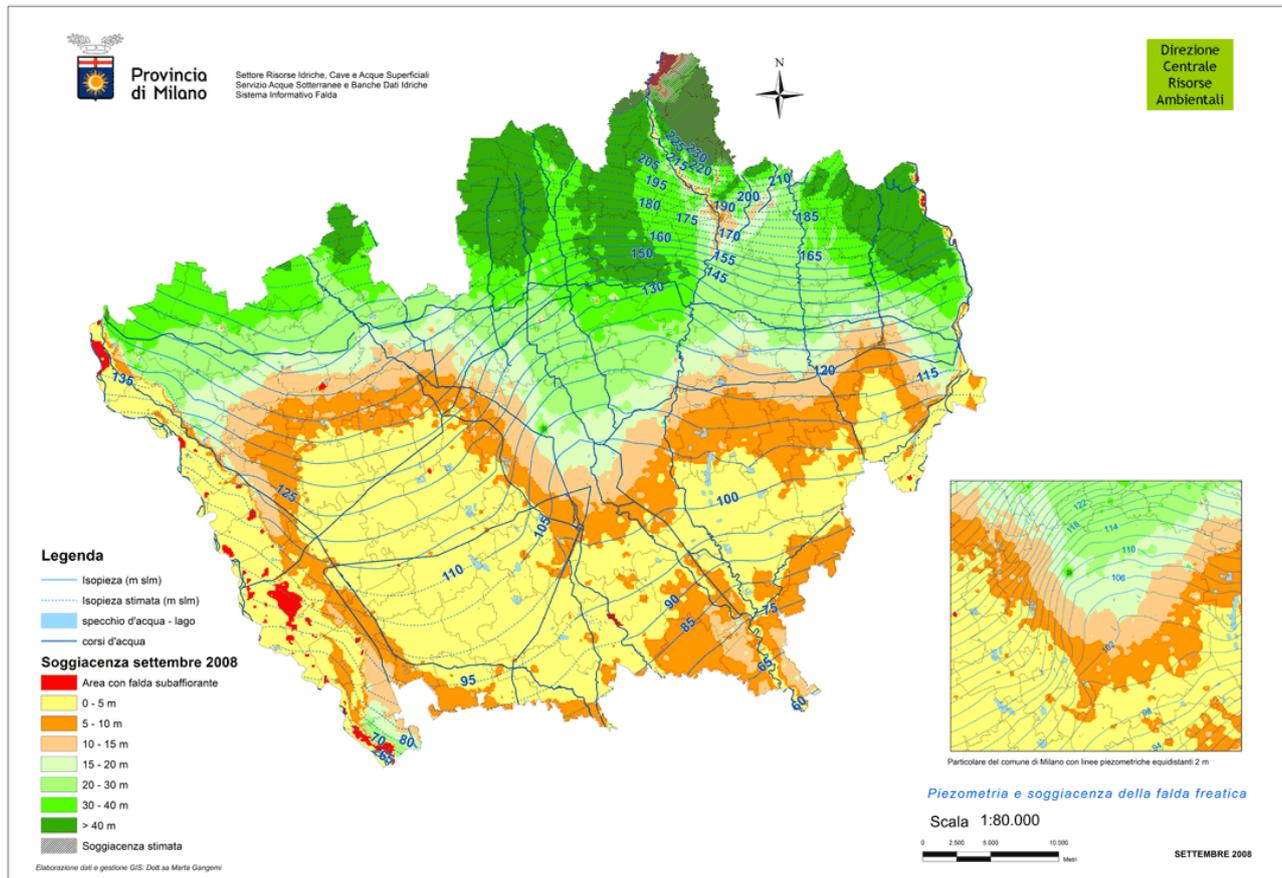


Figura 6.1.3 - Isopieze della falda freatica – SETTEMBRE 2008

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 interrrate, 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

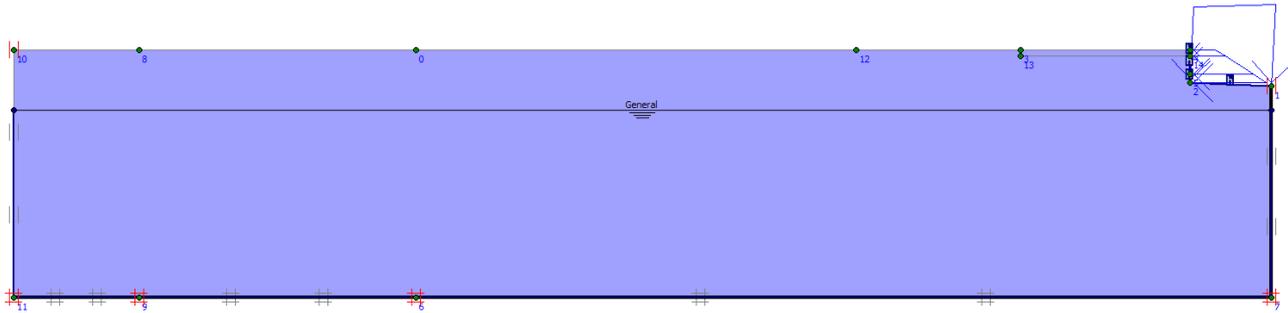


Figura 6.3.1 – Modello di calcolo in assenza dei parcheggi interrati

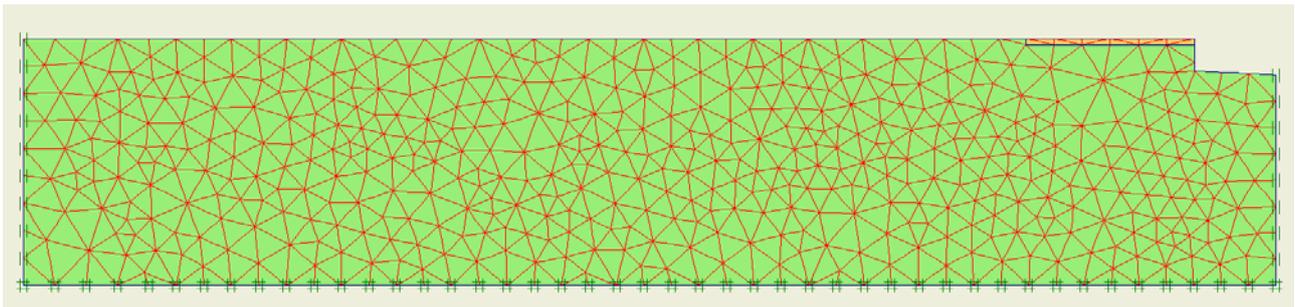


Figura 6.3.2 – Mesh di calcolo in assenza dei parcheggi interrati

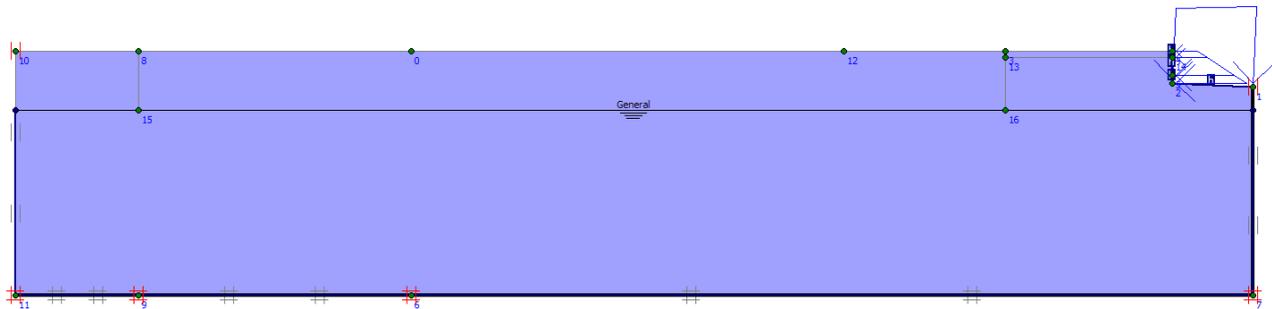


Figura 6.3.3 – Modello di calcolo in presenza dei parcheggi interrati

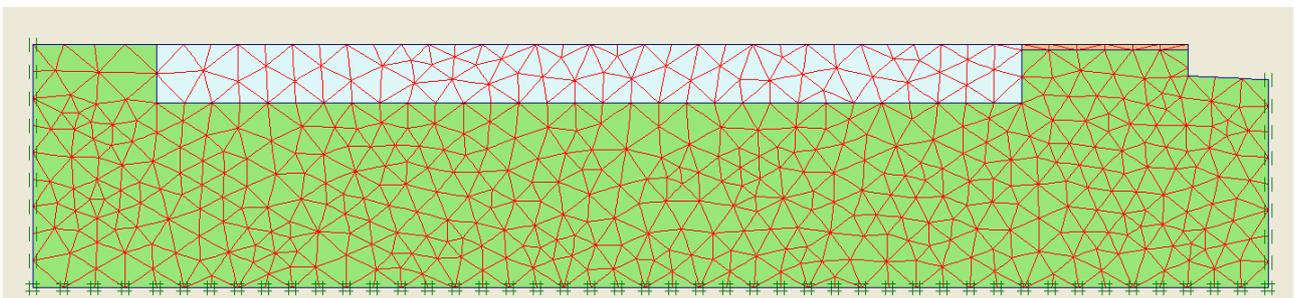


Figura 6.3.4 – Mesh di calcolo in presenza dei parcheggi interrati

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

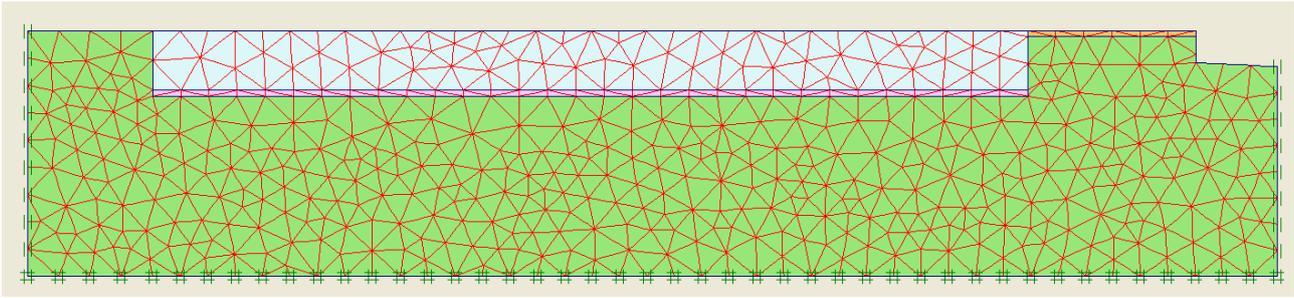


Figura 6.3.5 – Mesh di calcolo in presenza dei parcheggi interrati e strato drenate

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

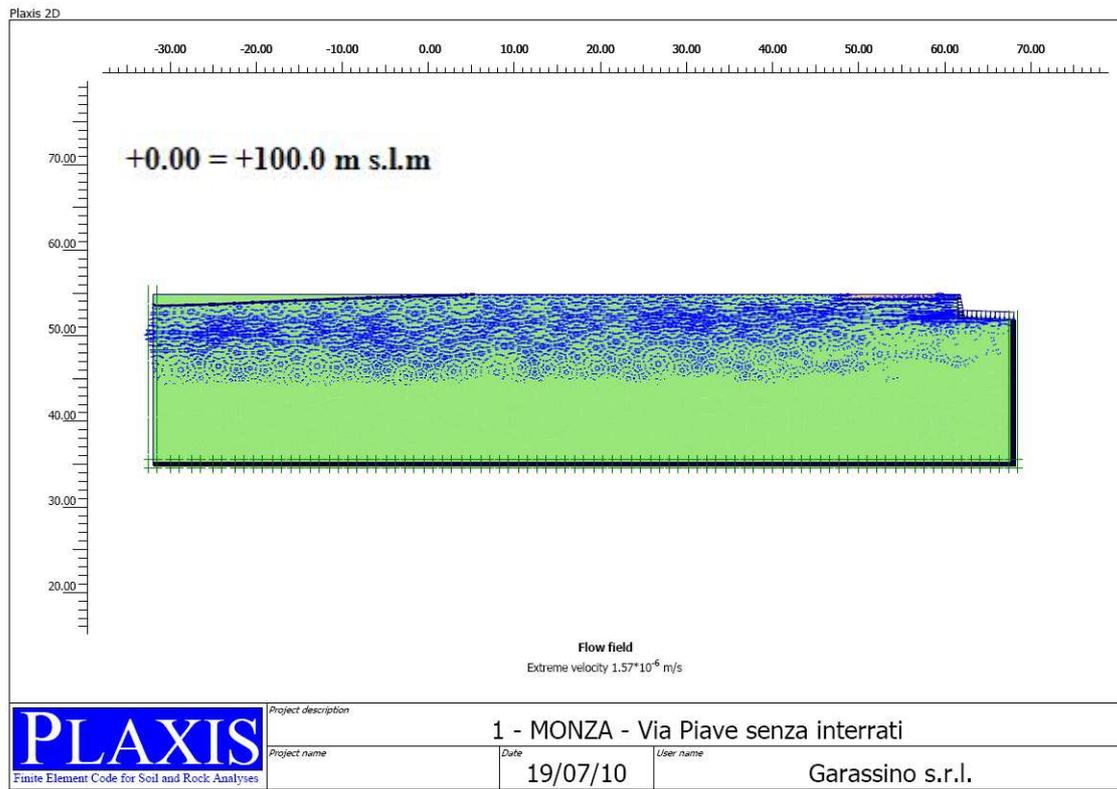


Figura 6.4.1 – MODELLO IN ASSENZA DI STRUTTURE INTERRATE - Campo di velocità

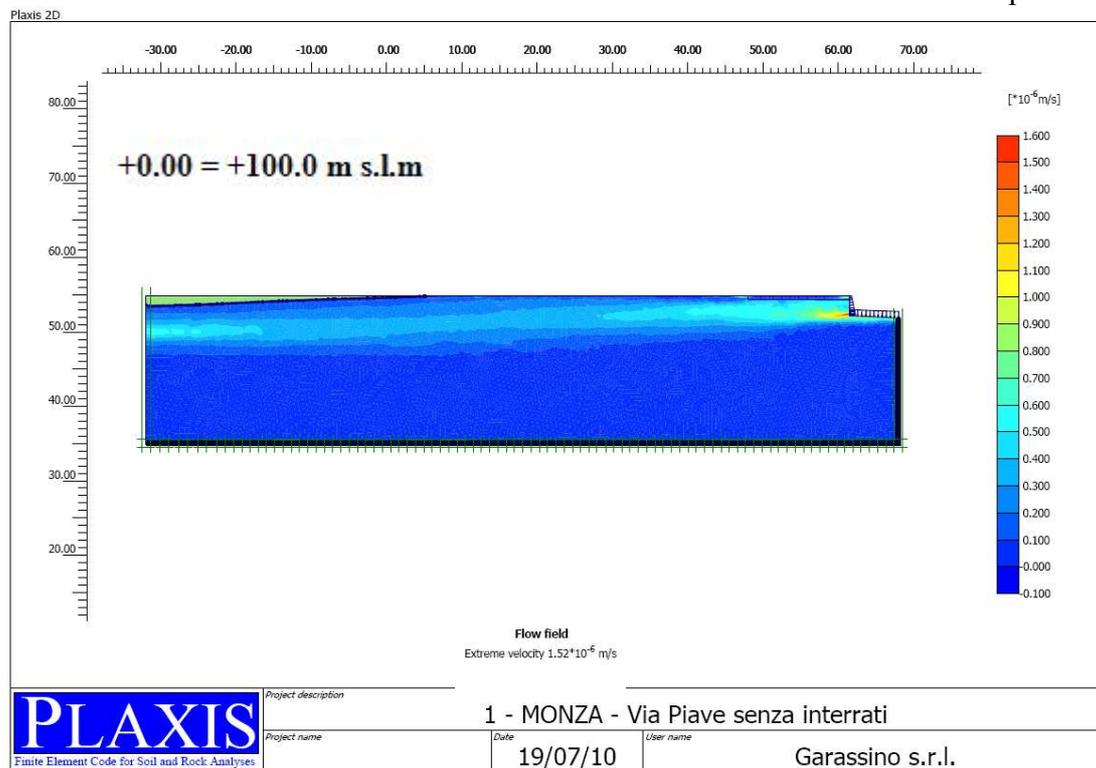


Figura 6.4.2 – MODELLO IN ASSENZA DI STRUTTURE INTERRATE - Campo di velocità

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

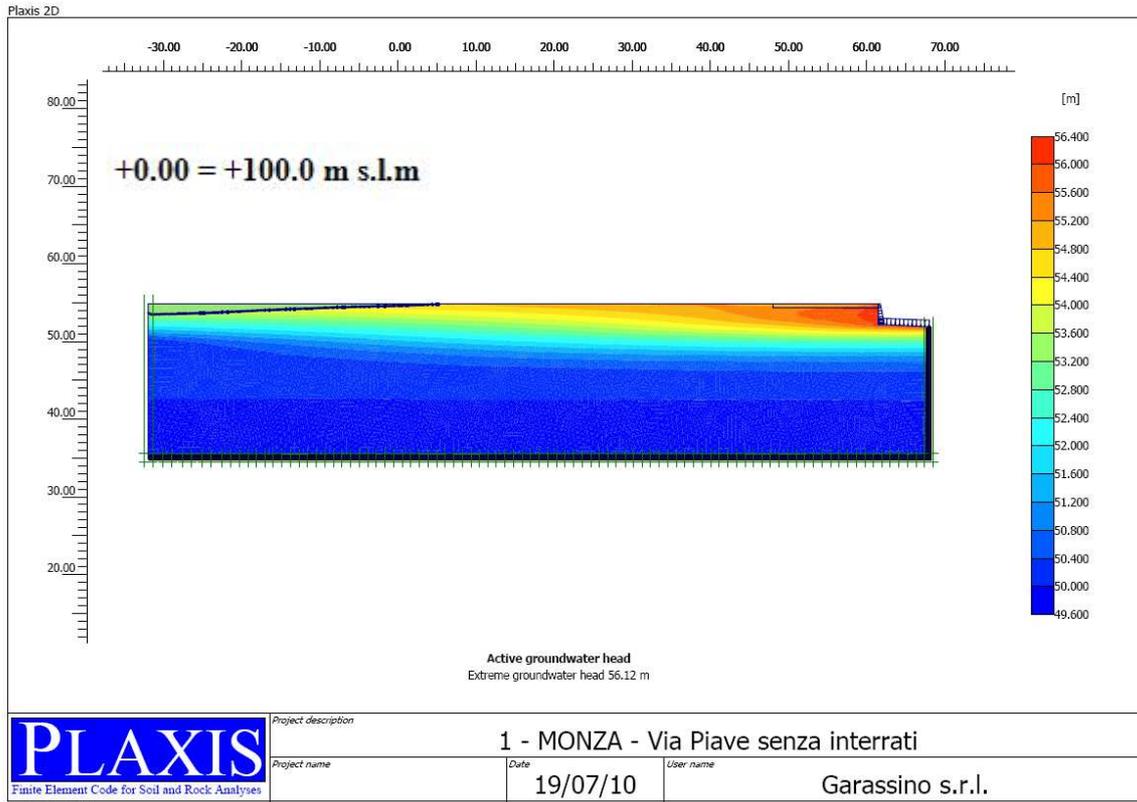


Figura 6.4.3 – MODELLO IN ASSENZA DI STRUTTURE INTERRATE - Carico idraulico

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

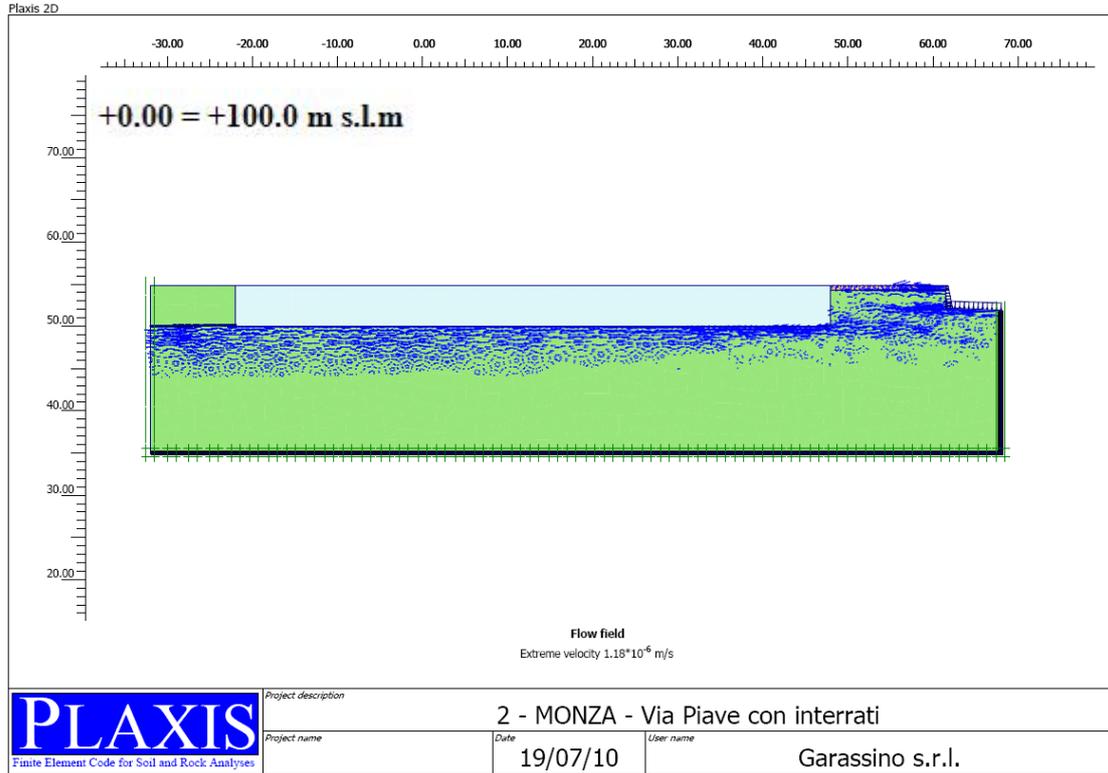


Figura 6.4.4 – MODELLO IN PRESENZA DI STRUTTURE INTERRATE - Campo di velocità

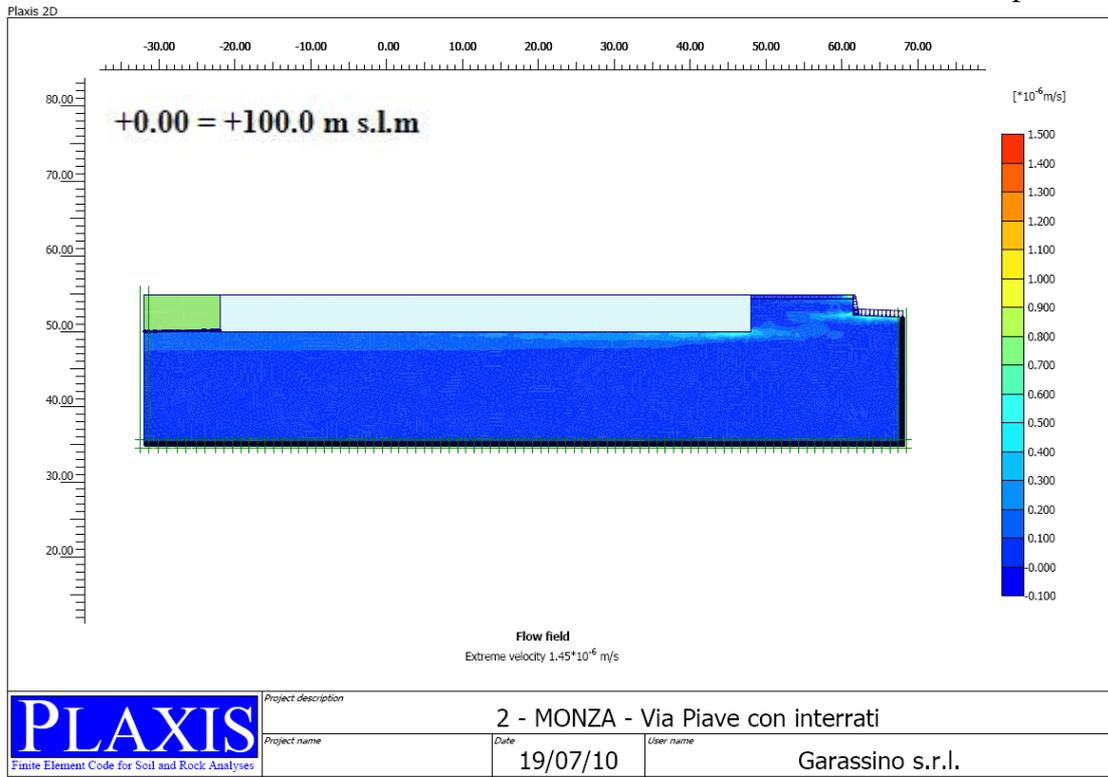


Figura 6.4.5 – MODELLO IN PRESENZA DI STRUTTURE INTERRATE - Campo di velocità

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

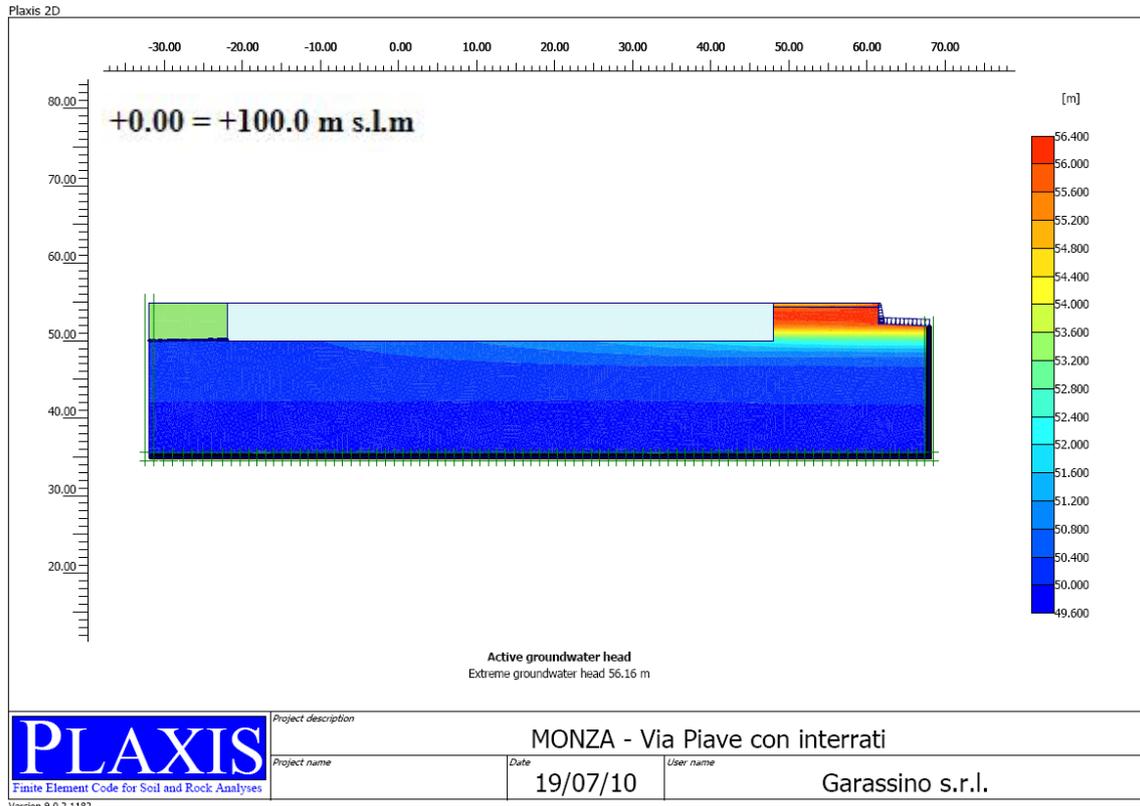


Figura 6.4.6 – MODELLO IN PRESENZA DI STRUTTURE INTERRATE - Carico idraulico

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

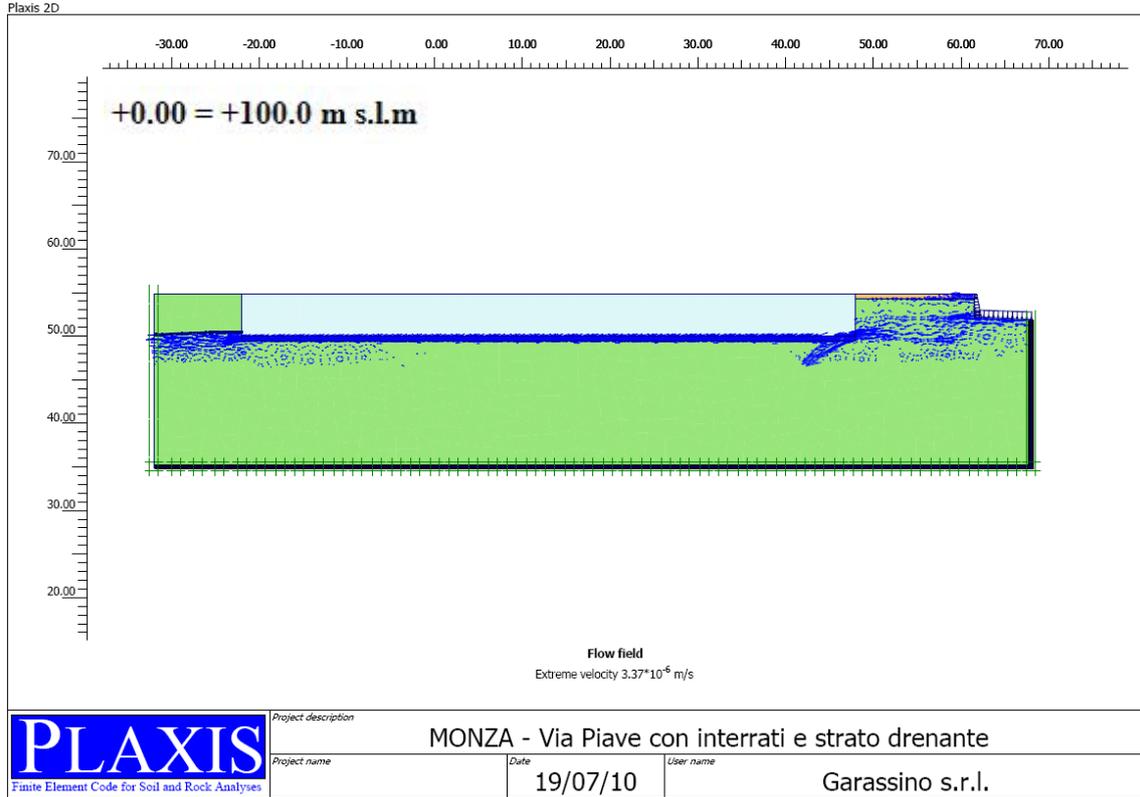


Figura 6.4.7 – MODELLO CON STRATO DRENANTE - Campo di velocità

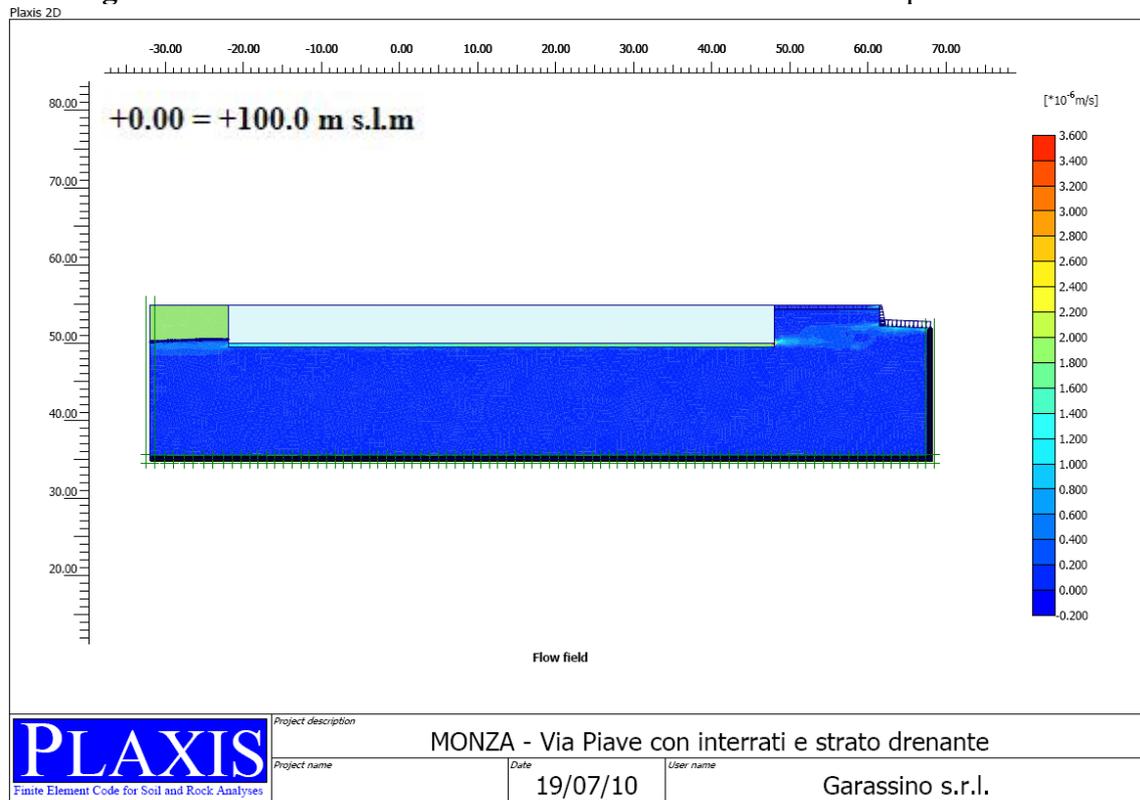


Figura 6.4.8 – MODELLO CON STRATO DRENANTE - Campo di velocità

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

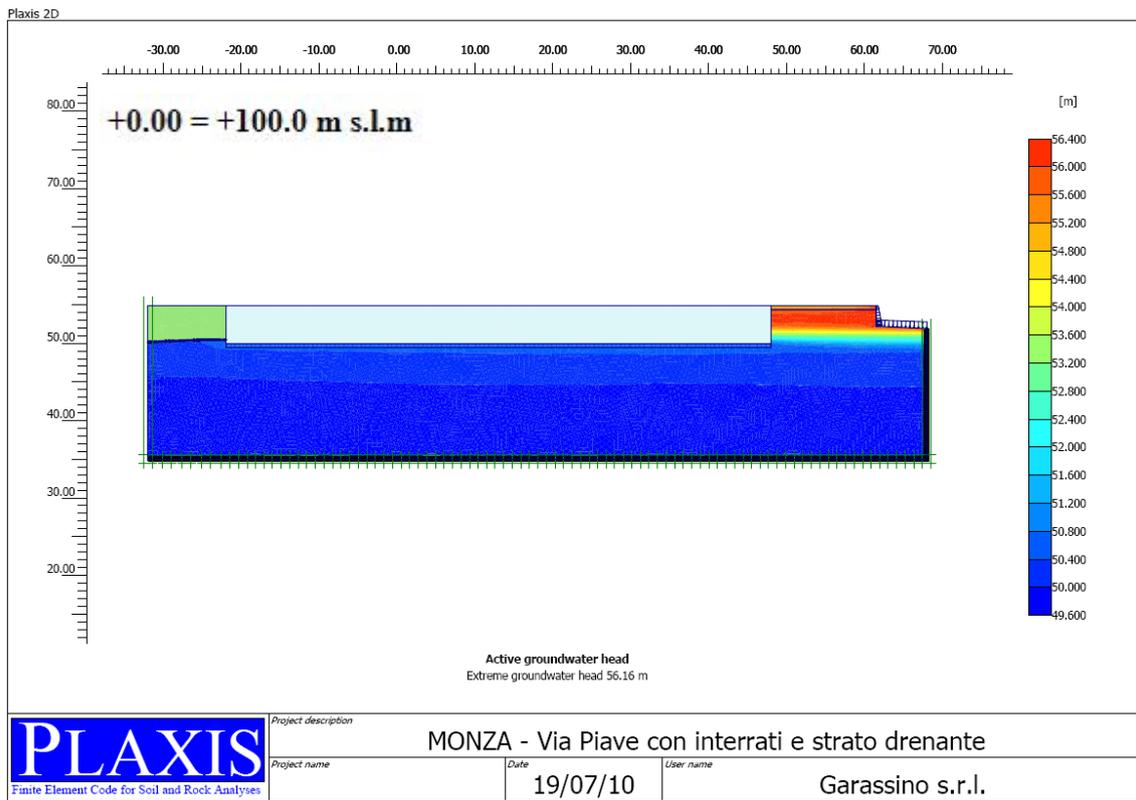


Figura 6.4.9 – MODELLO CON STRATO DRENANTE - Carico idraulico

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.

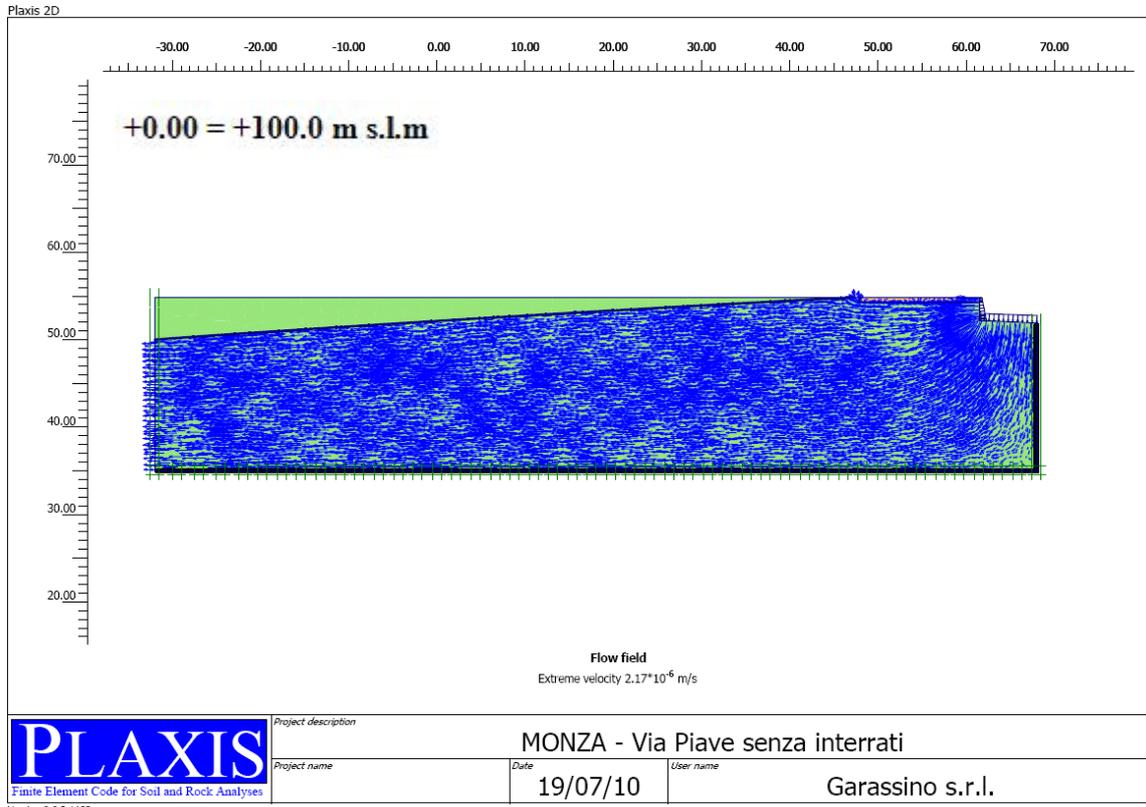


Figura 6.4.10 – MODELLO IN ASSENZA DI STRUTTURA – $k_h = k_v$ = Campo di velocità

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

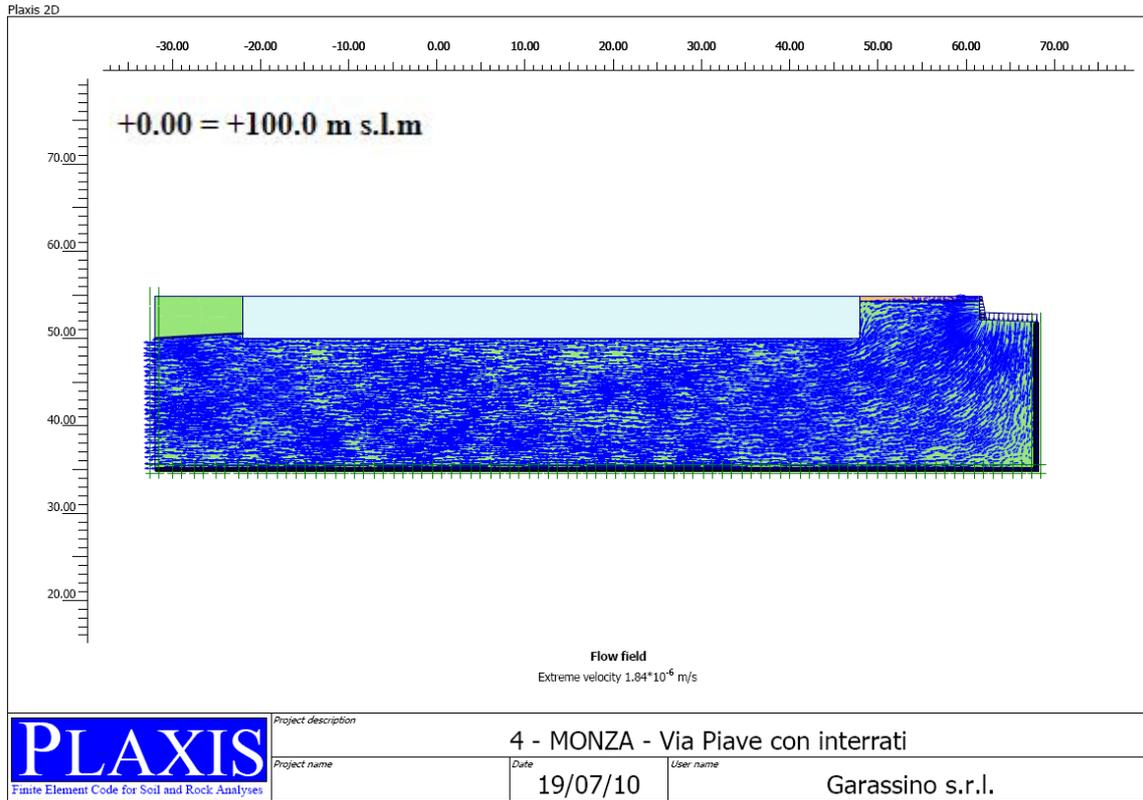


Figura 6.4.11 – MODELLO IN PRESENZA DI STRUTTURA – $k_h = k_v$ - Campo di velocità

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

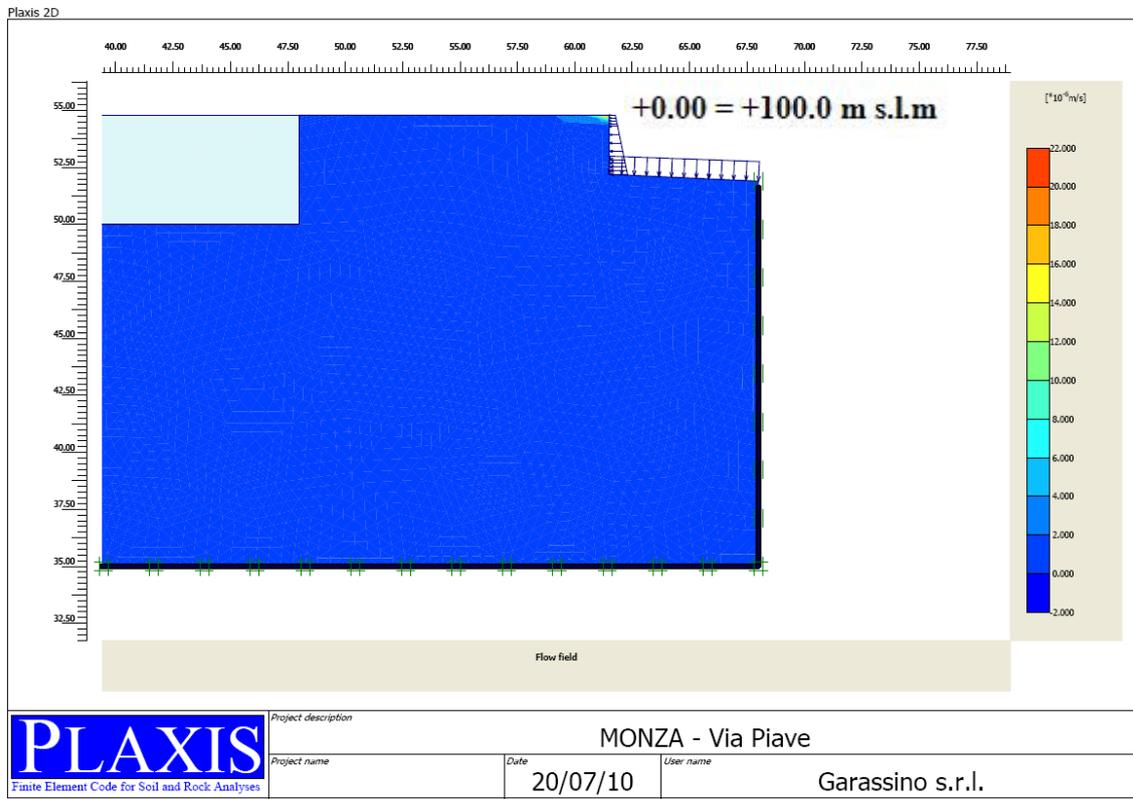
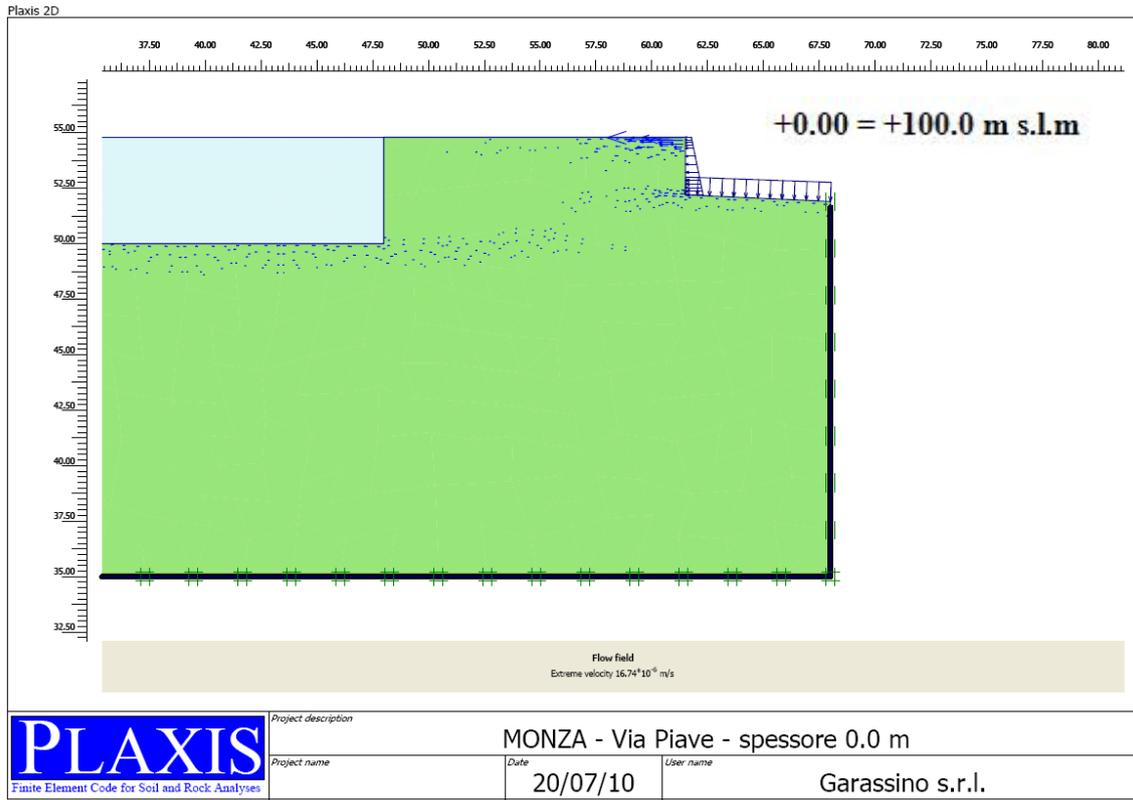


Figura 6.4.12 – MODELLO A PERMEABILITA' UNIFORME - Campo di velocità

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

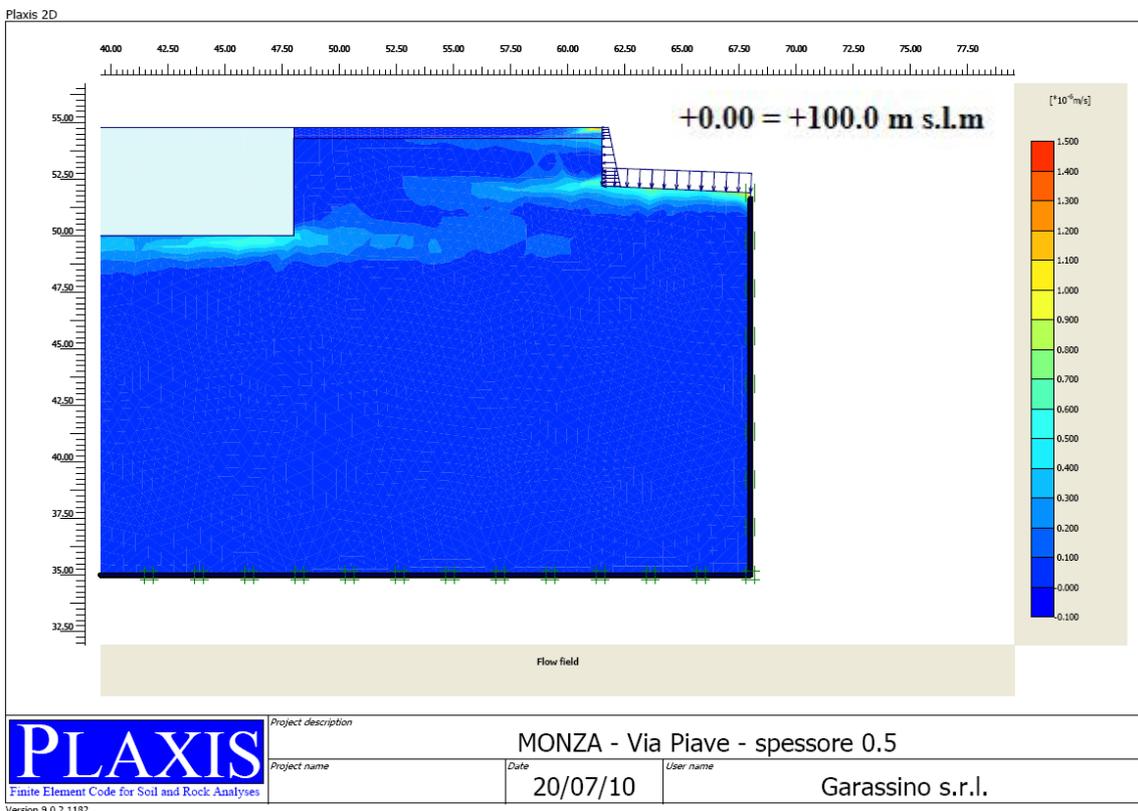
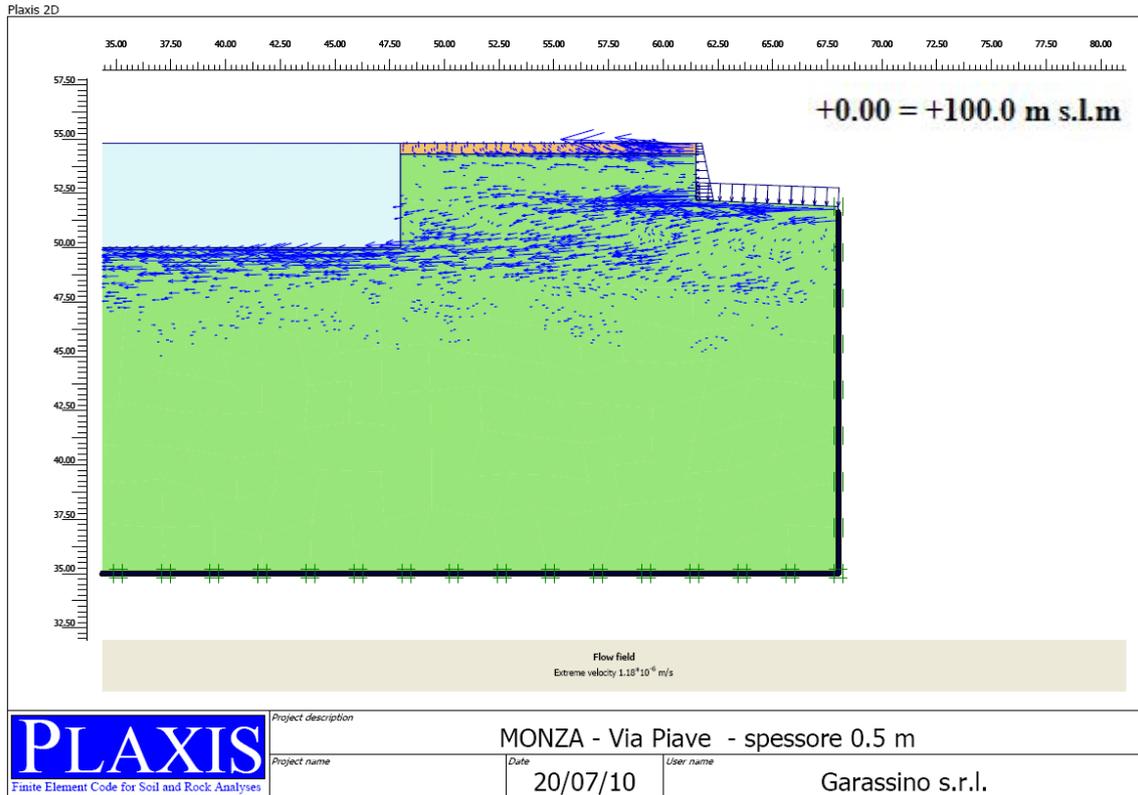
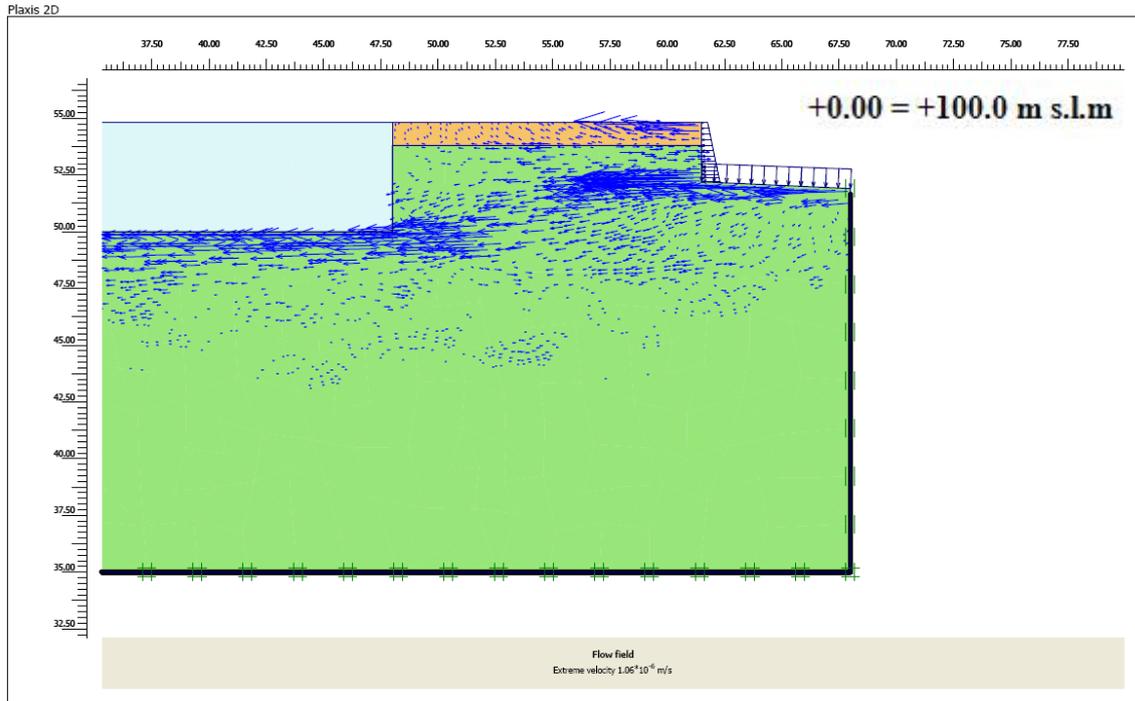
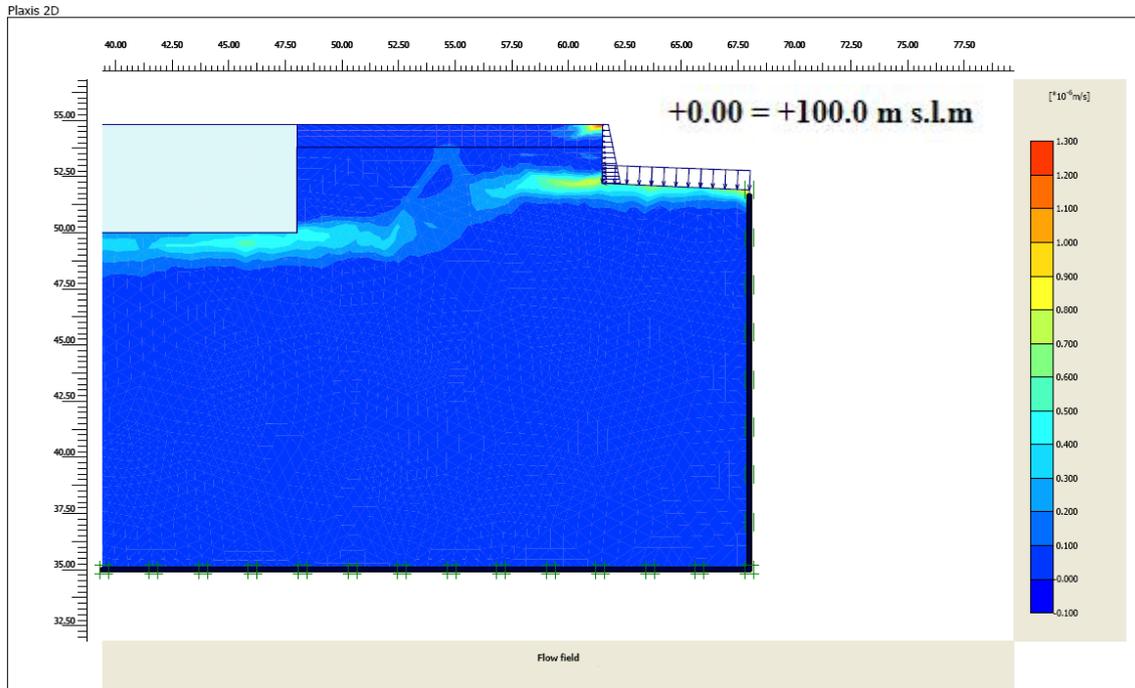


Figura 6.4.13 – SPESSORE STRATO A PERMEABILITA' RIDOTTA = 0.5 m - Campo di velocità

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



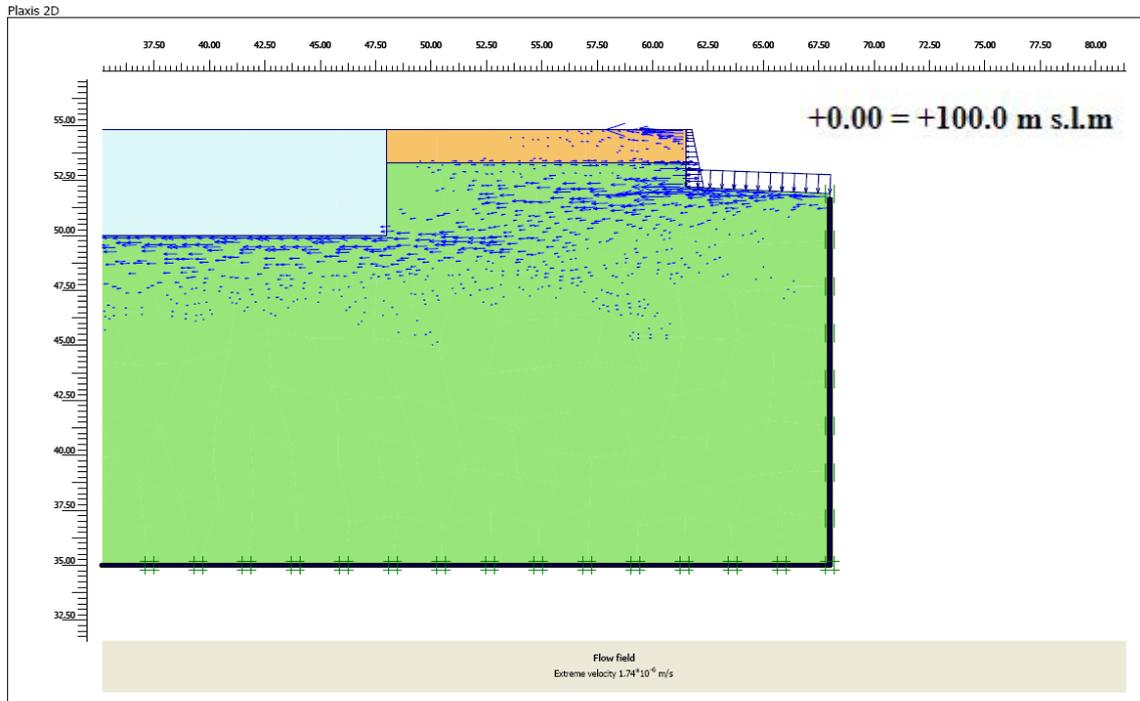
 Finite Element Code for Soil and Rock Analyses	Project description		
	MONZA - Via Piave - spessore 1.0 m		
Version 9.0.2.1182	Project name	Date	User name
Plaxis 2D		20/07/10	Garassino s.r.l.



 Finite Element Code for Soil and Rock Analyses	Project description		
	MONZA - Via Piave - spessore 1.0 m		
Version 9.0.2.1182	Project name	Date	User name
Plaxis 2D		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

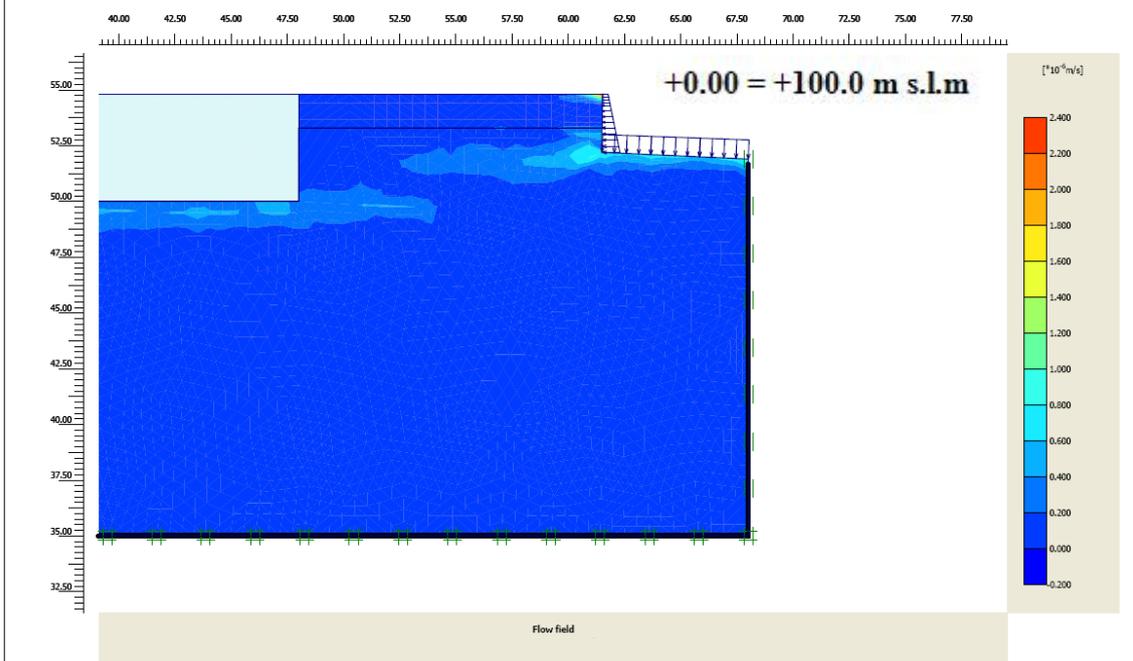


Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

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			



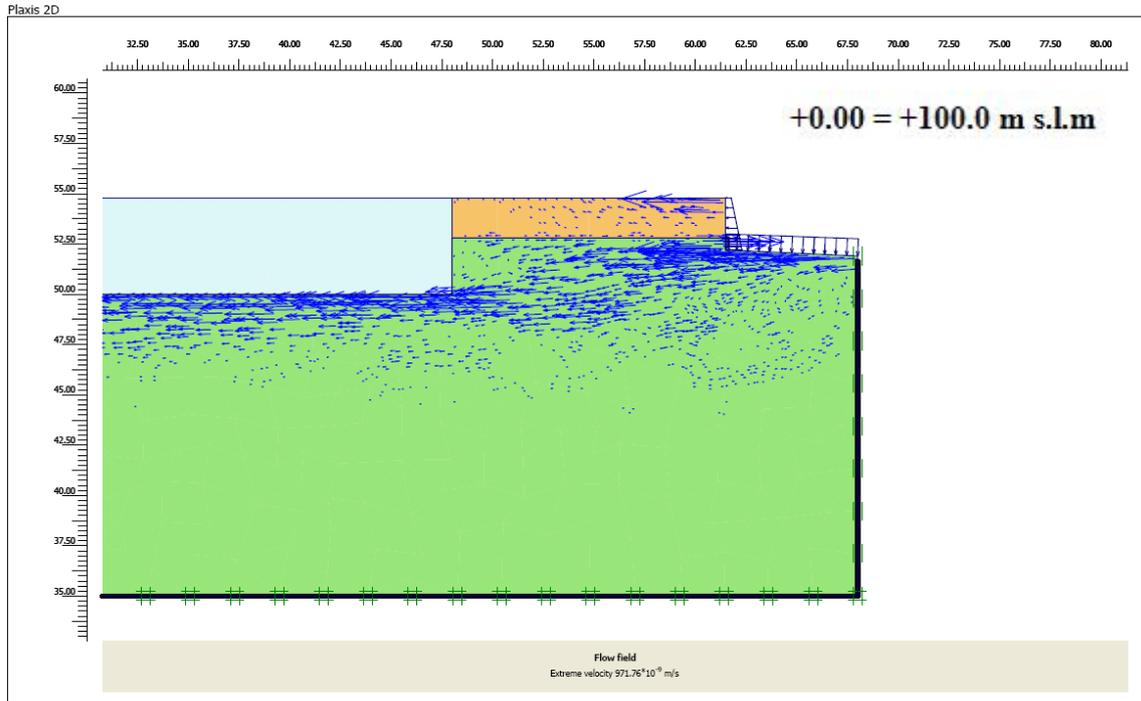
Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Version 9.0.2.1182

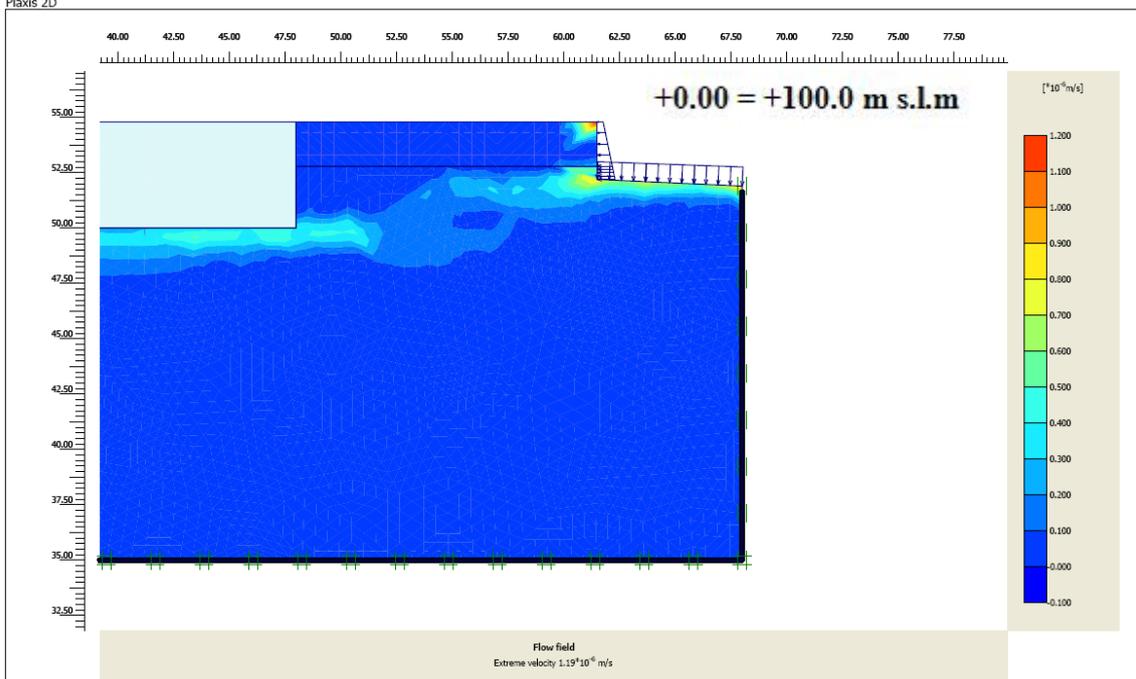
Project description			MONZA - Via Piave - spessore 1.5 m	
Project name	Date	User name	Garassino s.r.l.	
	20/07/10			

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



PLAXIS 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.	



PLAXIS 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

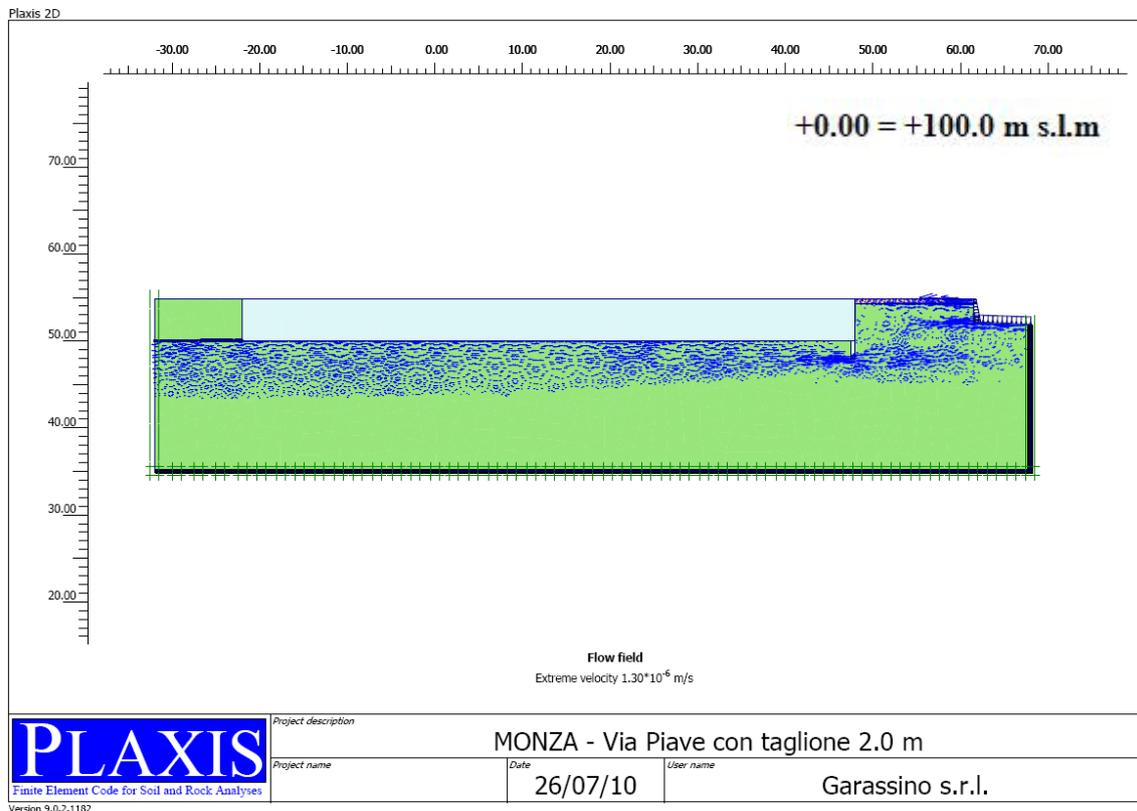


Un'ultima analisi è stata eseguita considerando la presenza di un taglione nella parte di fondazione più prossima all'alveo, al fine di allontanare le linee di flusso dalla stessa. In tabella 6.4.IV riassume la analisi eseguite. La lunghezza D del taglione è misurata dalla base della fondazione.

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

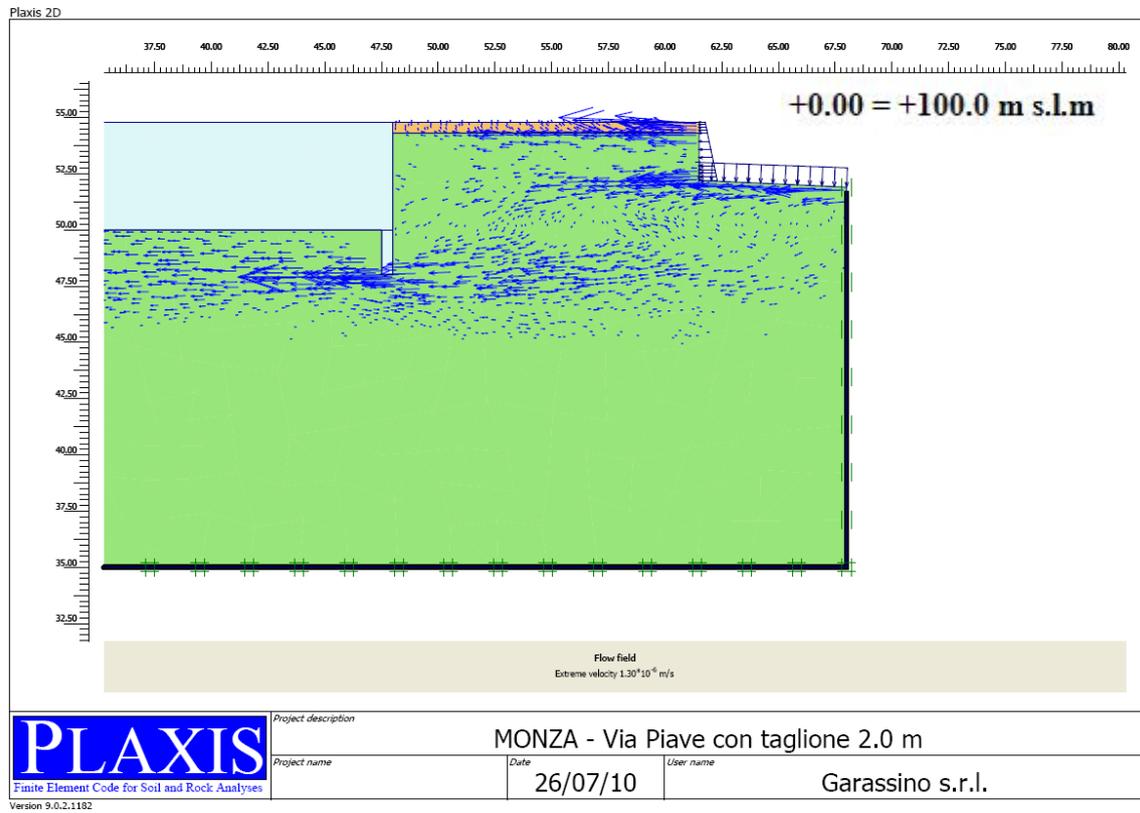
Le successive figure da 6.4.17 a 6.4.19 mostrano i risultati delle analisi con il taglione di lunghezza interna D = 2.0 m. Come si può osservare dal confronto con le figure 6.4.4 e 6.4.5, che modellano la medesima situazione ma in assenza di taglione, non si notano sostanziali variazioni nelle velocità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

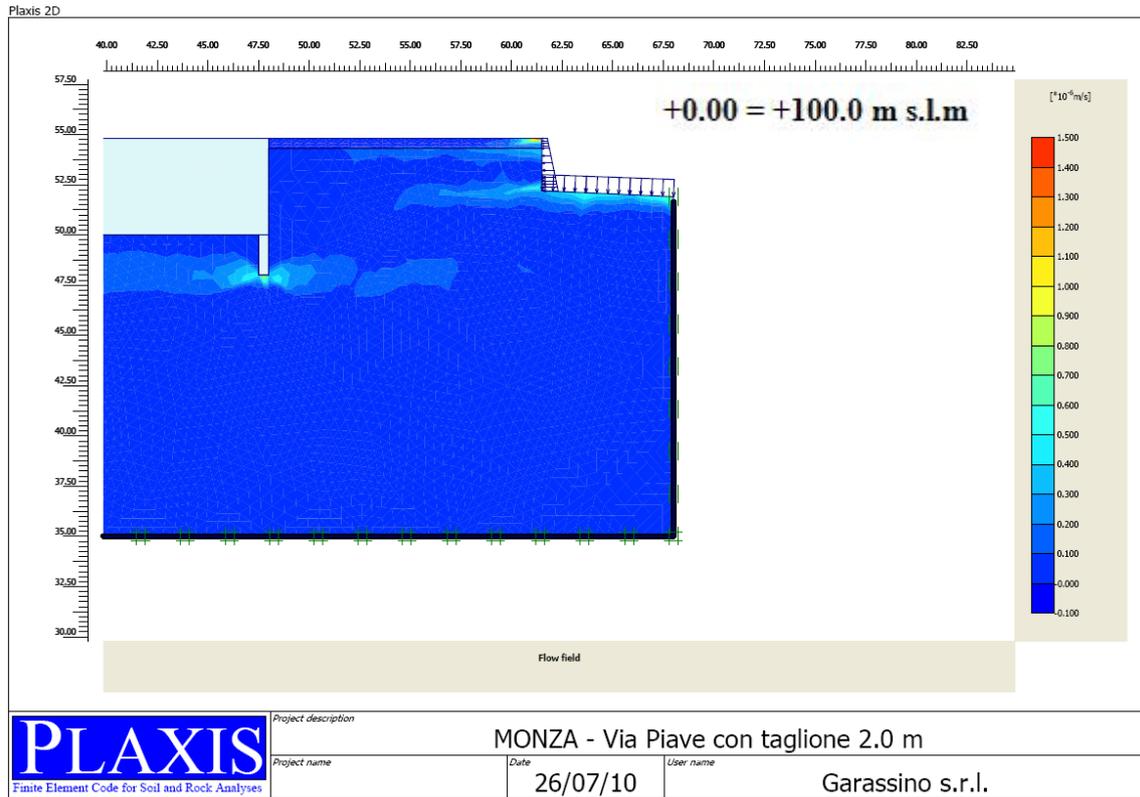


Figura 6.4.18 – ANALISI CON TAGLIONE D = 2.0 m - Campo di velocità – ZOOM

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

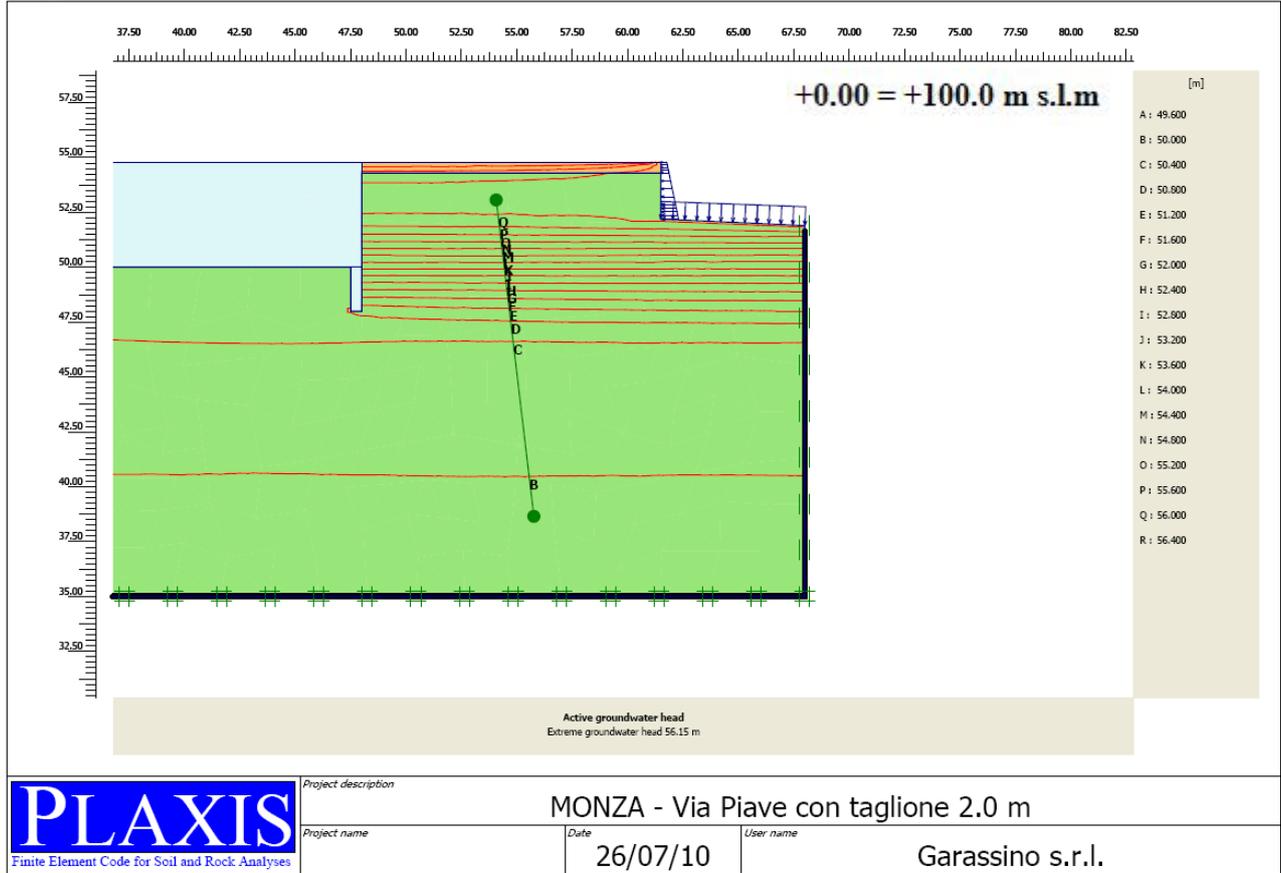


Figura 6.4.19 – ANALISI CON TAGLIONE D = 2.0 m – Carico idraulico

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.

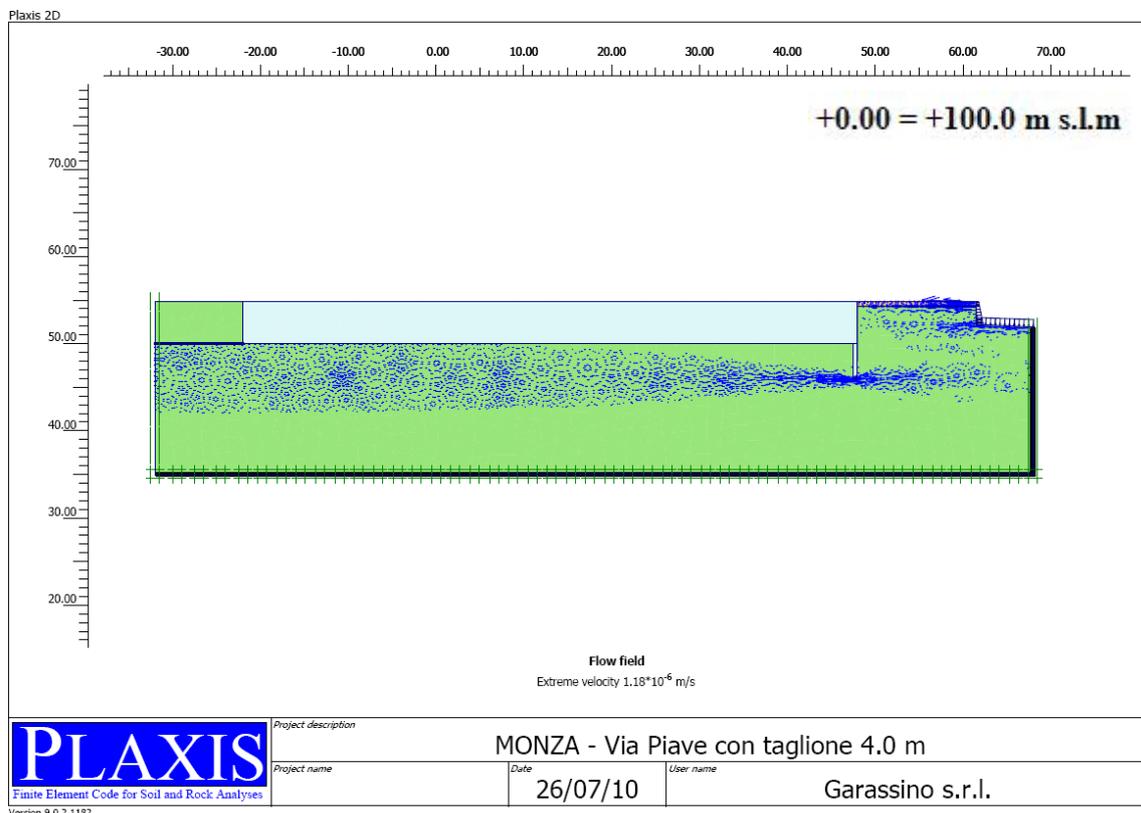


Figura 6.4.20 – ANALISI CON TAGLIONE D = 4.0 m - Campo di velocità

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

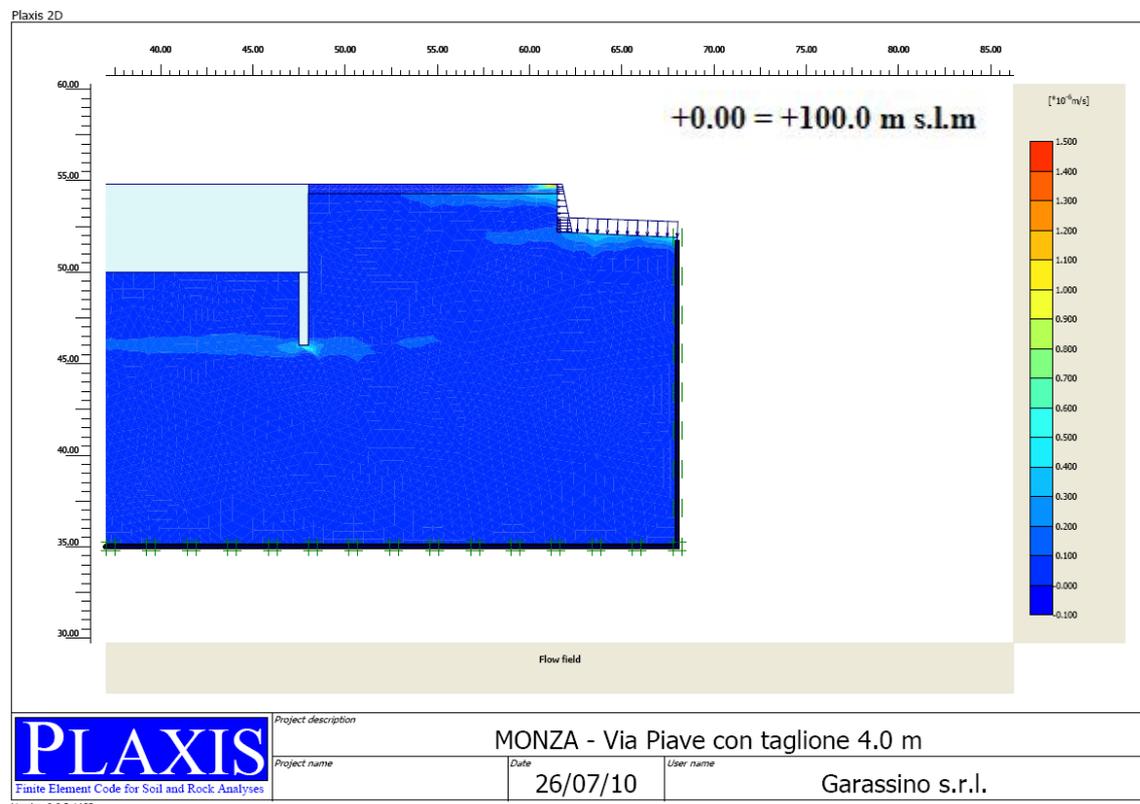
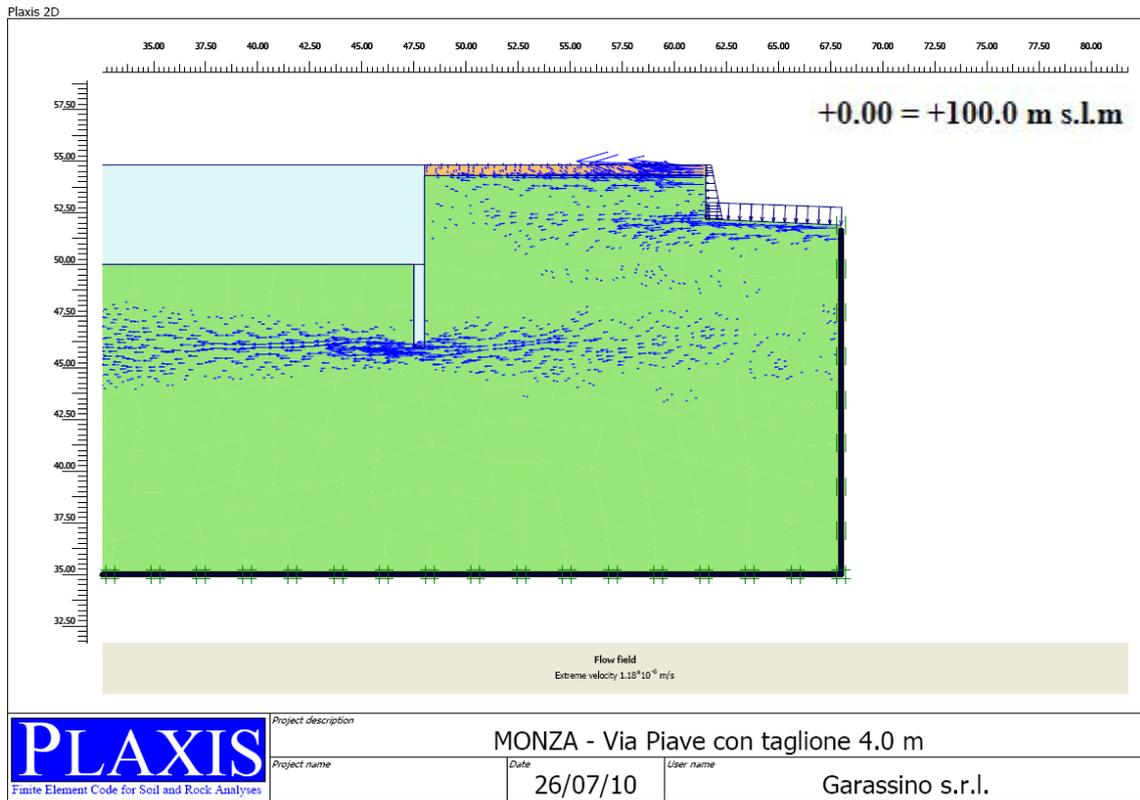


Figura 6.4.21 – ANALISI CON TAGLIONE D = 4.0 m - Campo di velocità – ZOOM

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

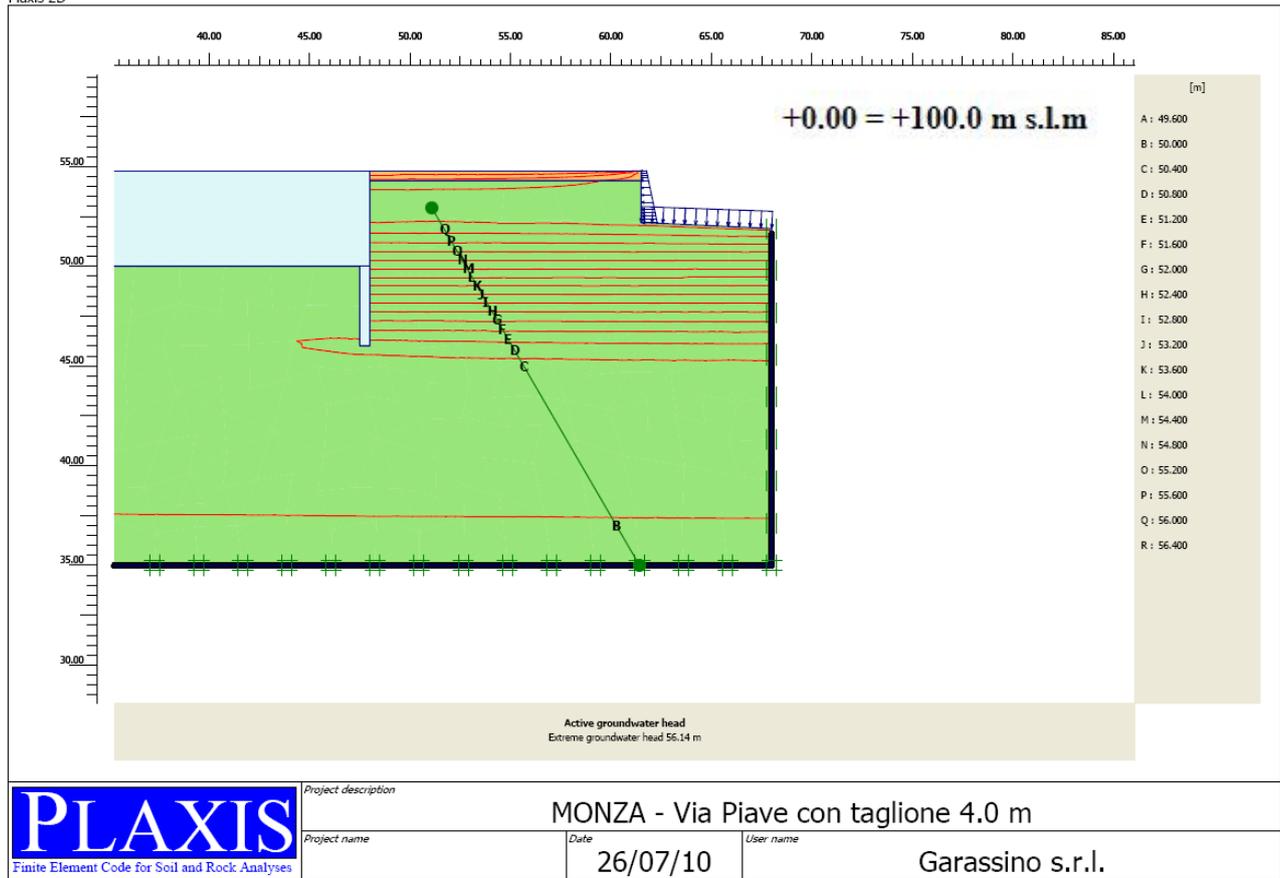


Figura 6.4.22 – ANALISI CON TAGLIONE D = 4.0 m - Campo di velocità – ZOOM

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

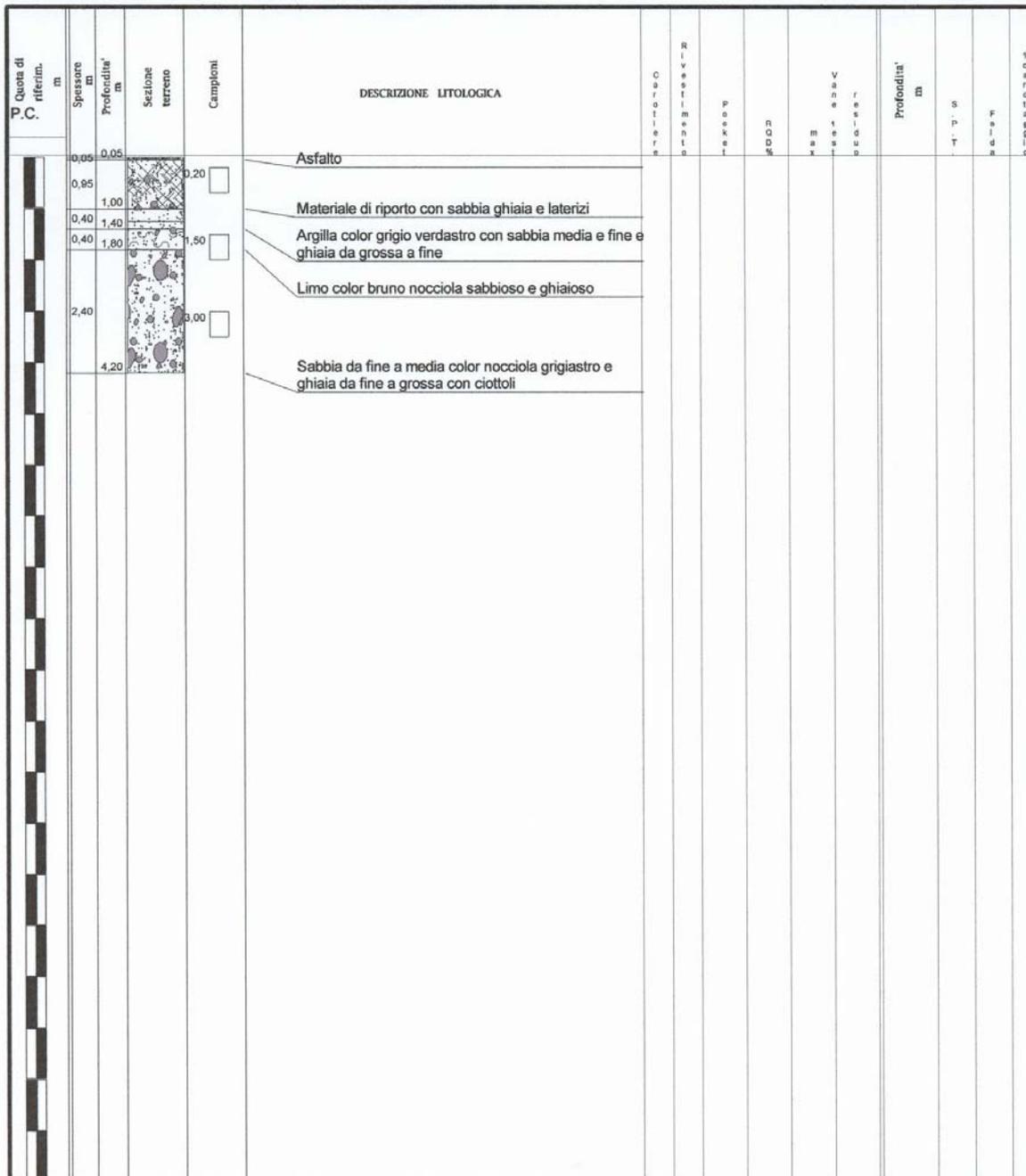
Dott. Tamberi
Localita': Monza - Via Piave

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
<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

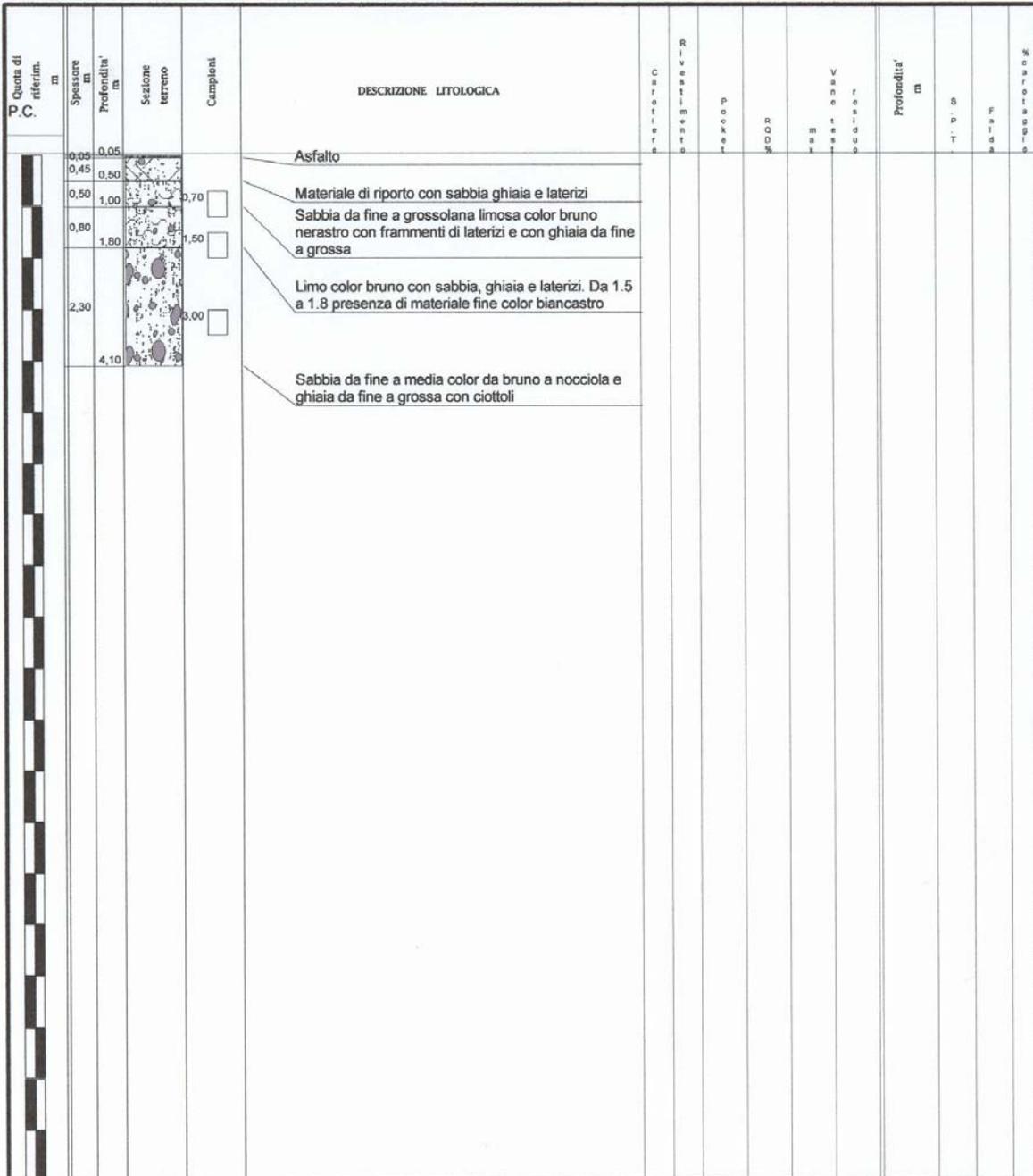
Localita': Monza - Via Piave

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="checkbox"/> LEFRANC	PROFONDITA' m		SERATA	
<input type="checkbox"/> Campione S.P.T.	<input type="checkbox"/> Campione ind. a pressione	Prova di permeabilita'	Rivest.	Foro	Data	H
<input type="checkbox"/> Campione da Vana Test	<input type="checkbox"/> Campione ind. rotativo	<input type="checkbox"/> LUGEON				
					MATTINO	H



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. Tamperi

Località: 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		SERA		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	Rivestimento	Carotaggio	Prova	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. Tamperi Localita': 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 S.P.T. <input type="checkbox"/> Campione da Vana Test	<input type="checkbox"/> Campione a percussione <input type="checkbox"/> Campione ind. a pressione <input type="checkbox"/> Campione ind. rotativo	<input type="checkbox"/> LEFRANC Prova di permeabilita' <input type="checkbox"/> LUGEON	PROFONDITA' m RIVEST. Foro	SERA Data H	MATTINO Data H	

Quota di riferim. m	Spessore m	Profondita' m	Sezione terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Rivestimento	Cassa	Percussione	Vana	Profondita' m	LIVELLI ACQUA		S.P.T.	Fallida	% car. in sabbia
											SERA	MATTINO			
0,10	0,10	0,10			Soletta in calcestruzzo										
1,90		2,00			Sabbia fine e finissima color bruno rossastro limosa con ghiaia e ciottoli. Presenza di materiale nerastro										
2,00		4,00			Sabbia media e fine color nocciola grigiastro con ghiaia da grossa a fine e ciottoli										

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

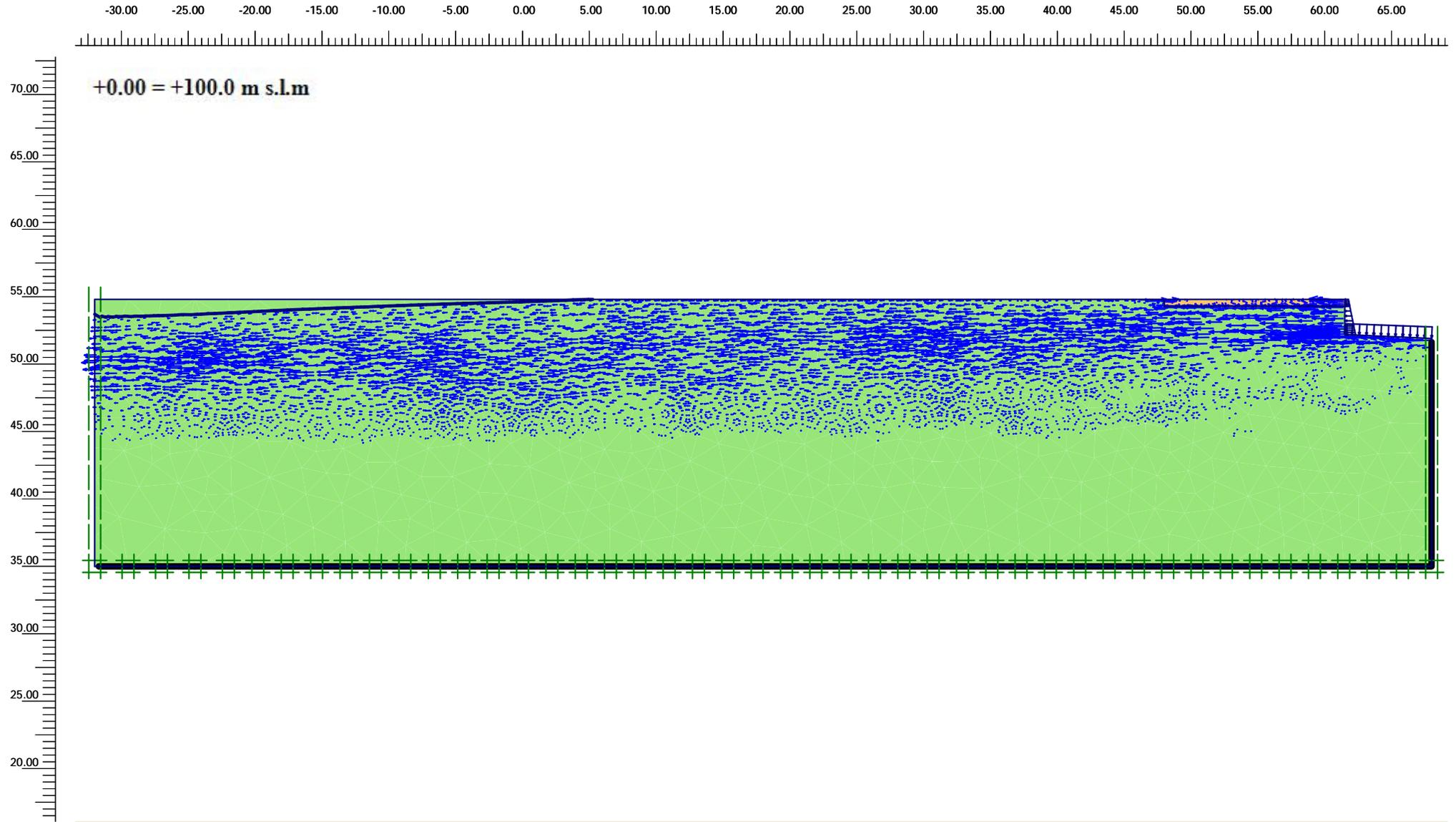


ANALISI 1

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

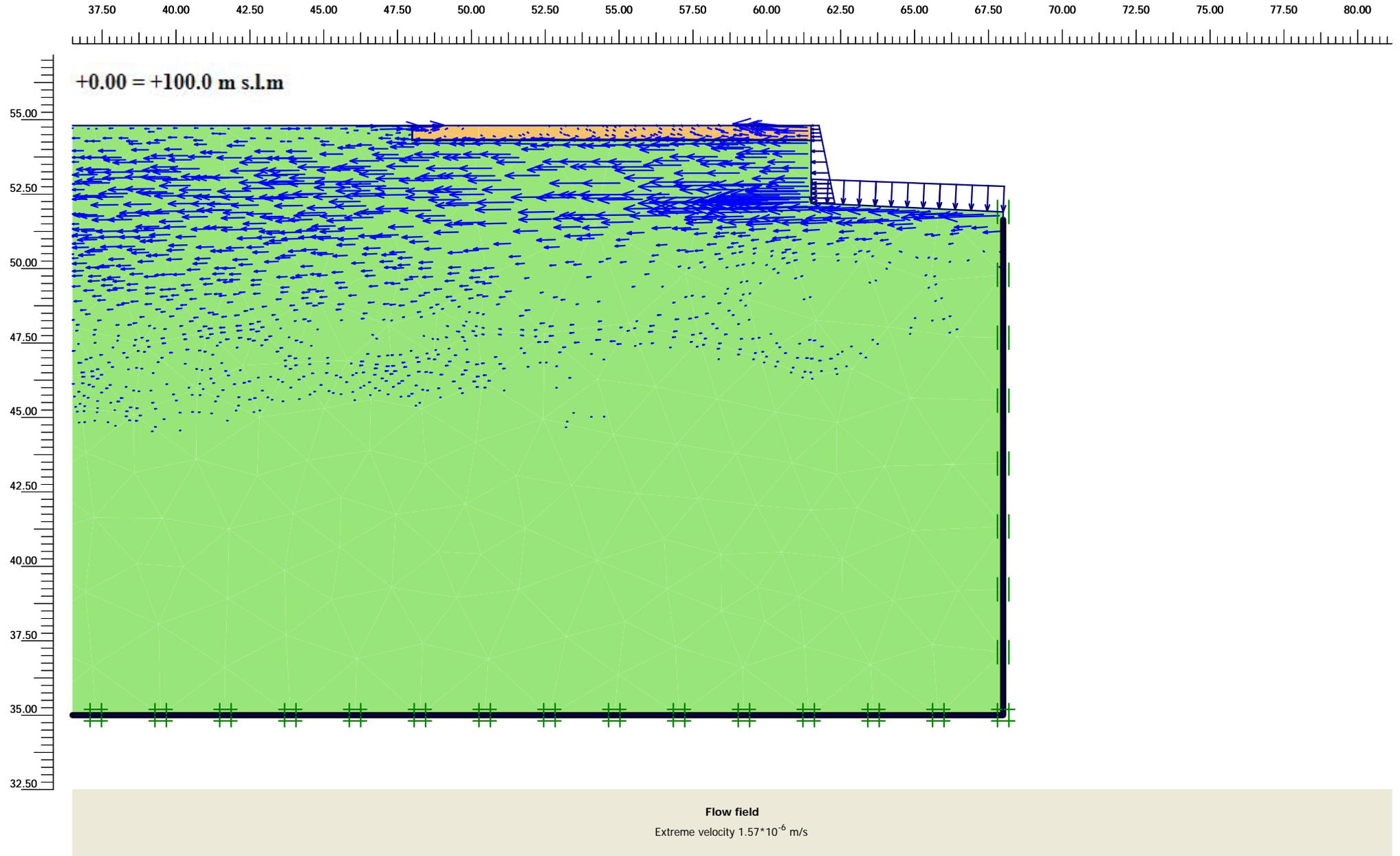
Project name

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

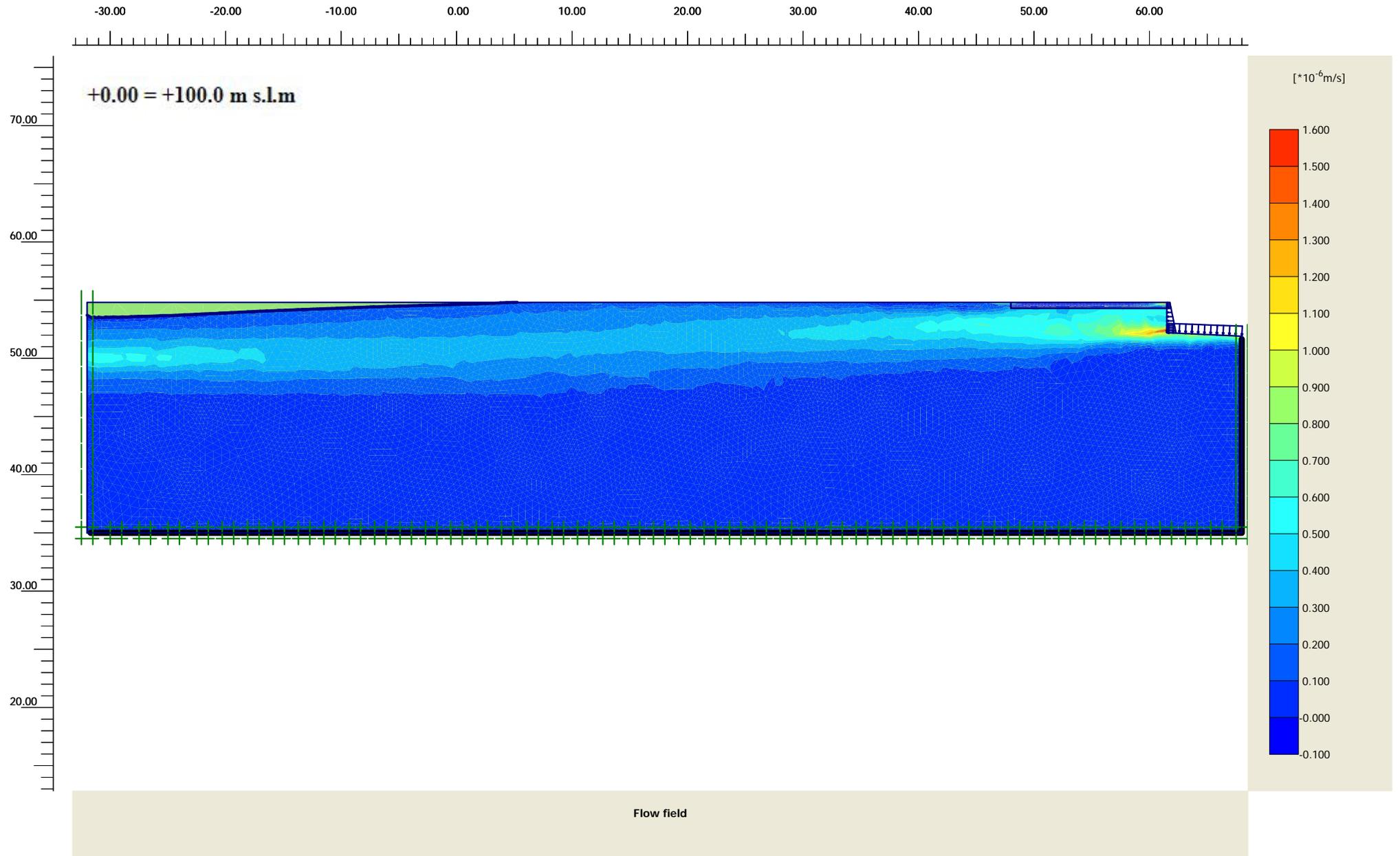
Project name

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

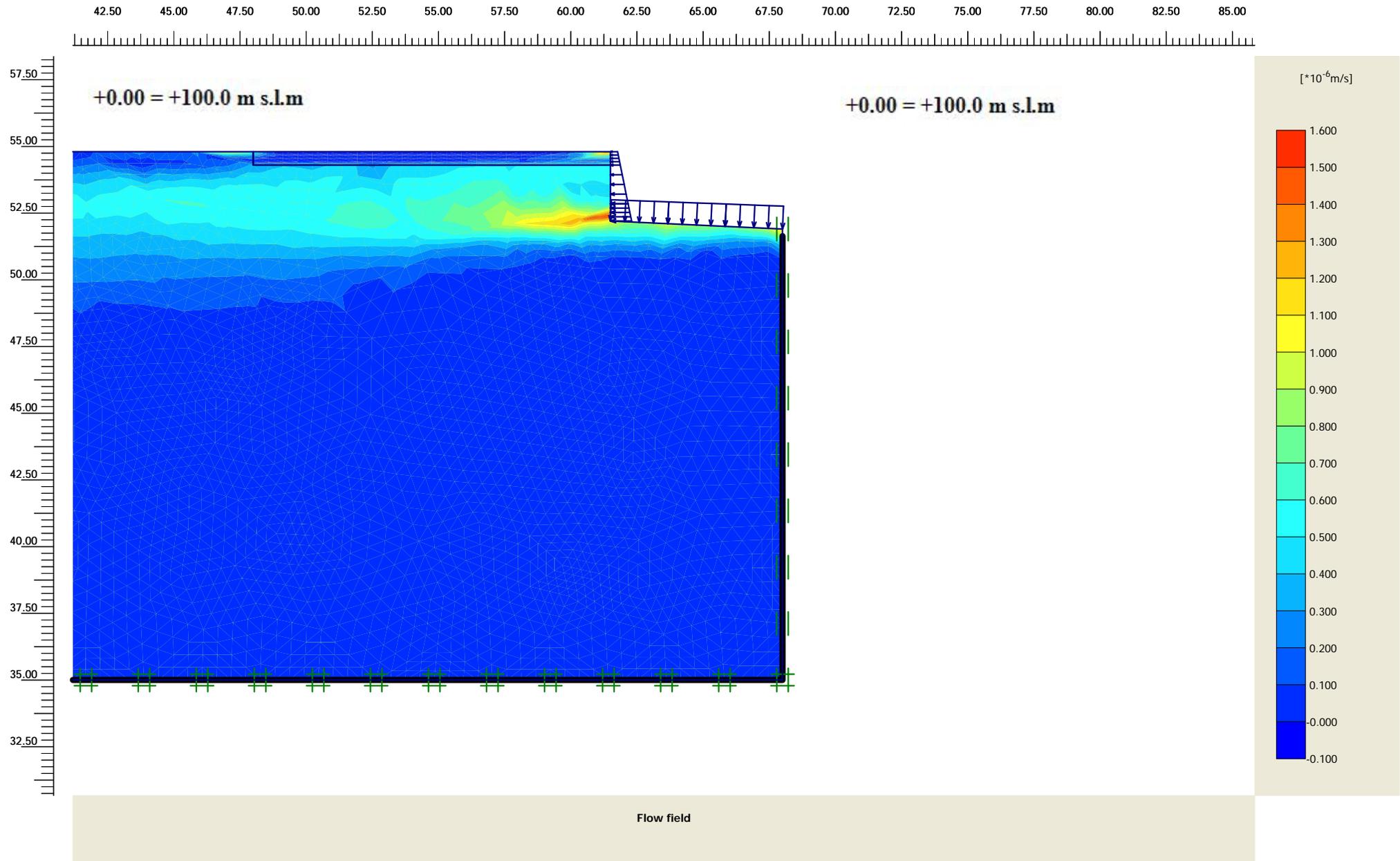
Project name

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

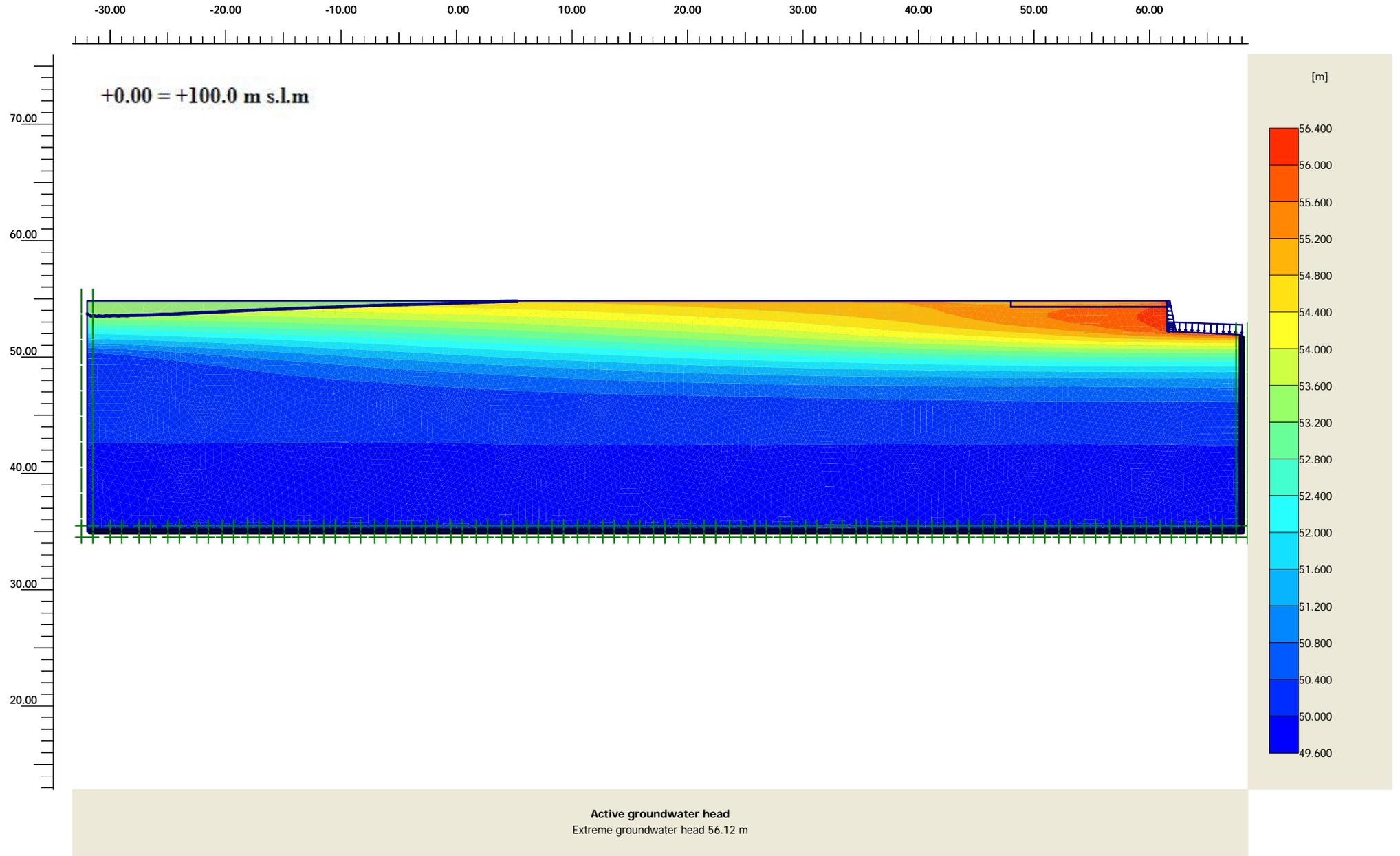
Project name

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.

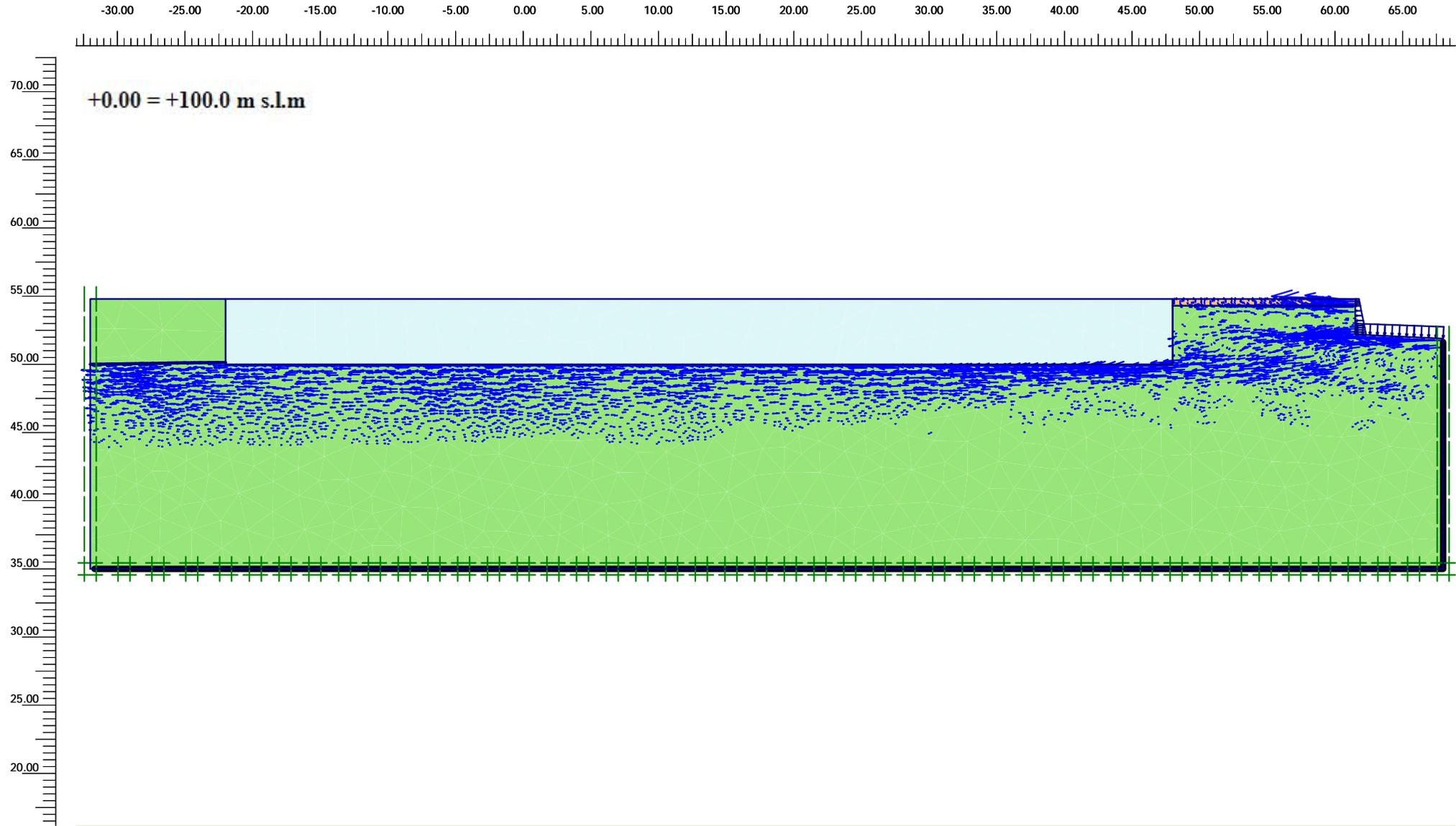


ANALISI 2

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

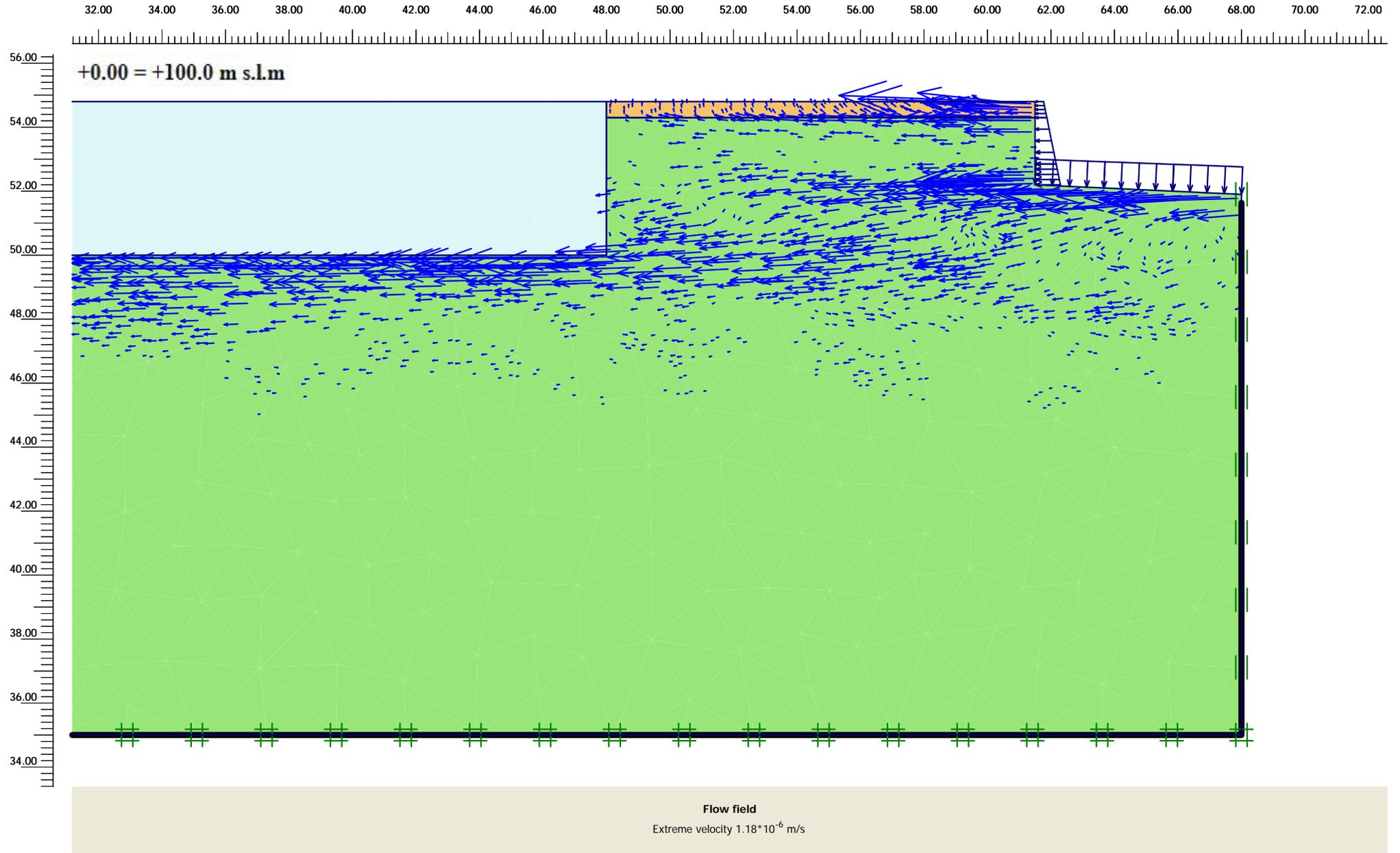


Flow field
Extreme velocity $1.18 \cdot 10^{-6}$ m/s



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

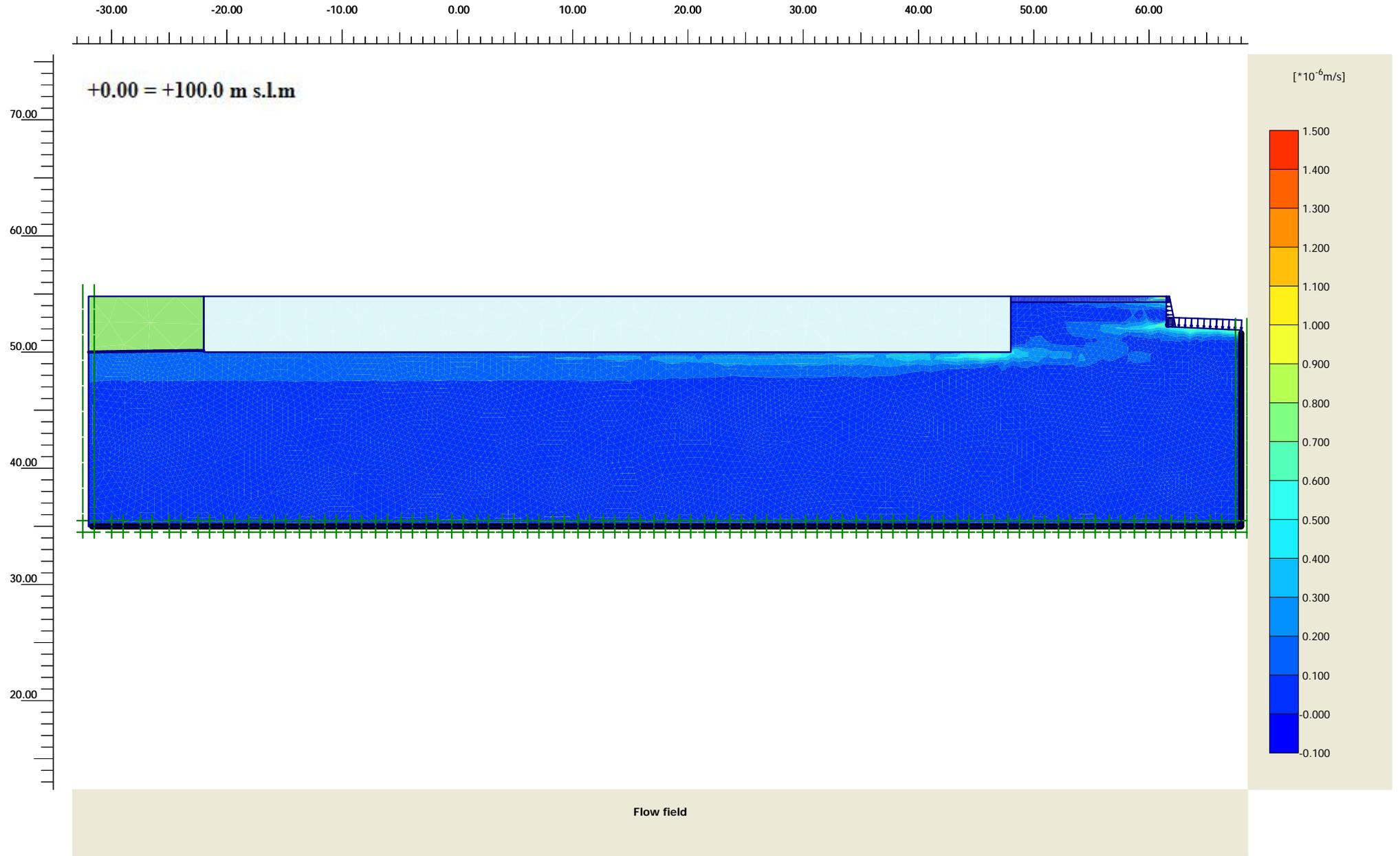
Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Project description

2 - MONZA - Via Piave con interrati

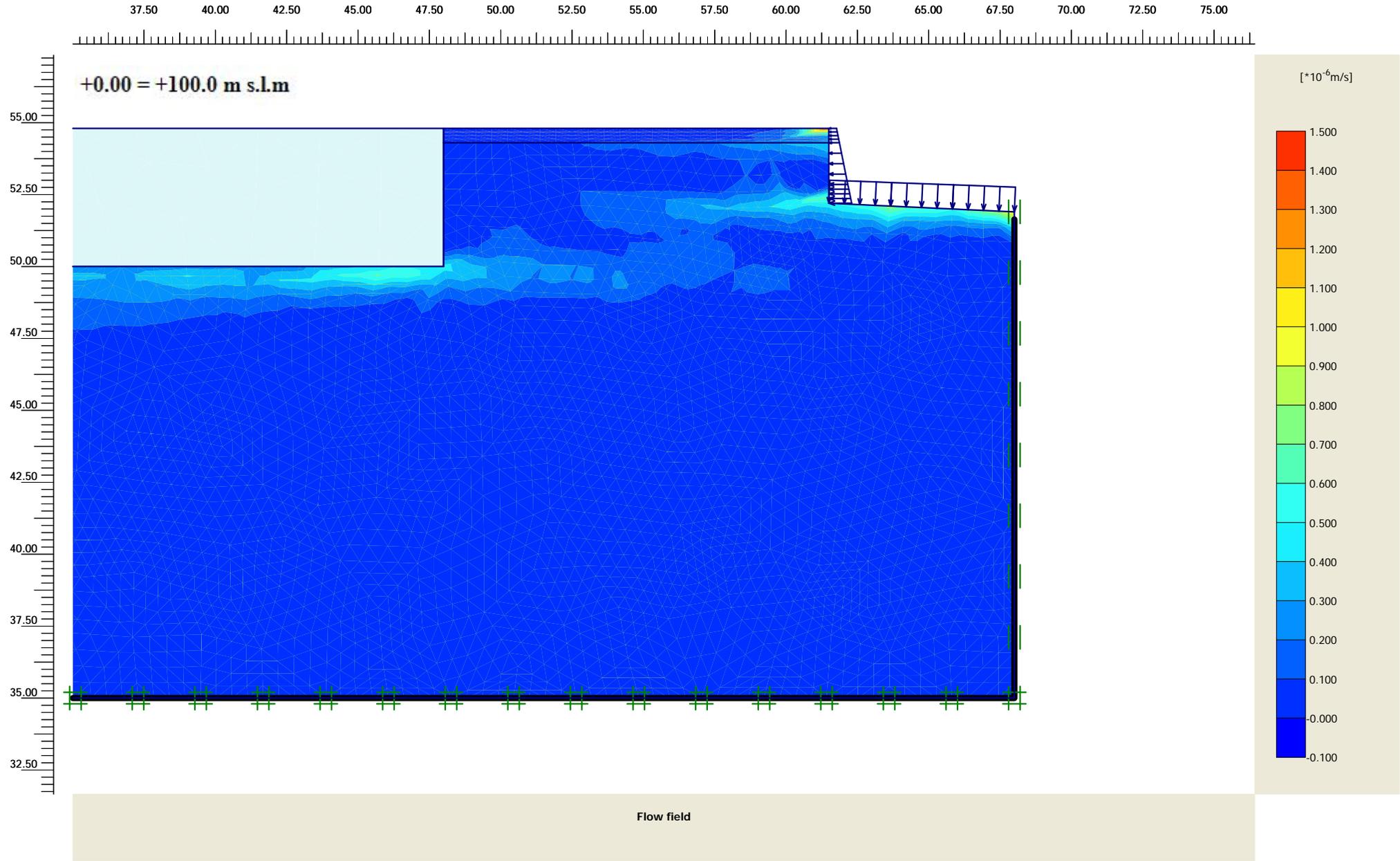
Project name

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

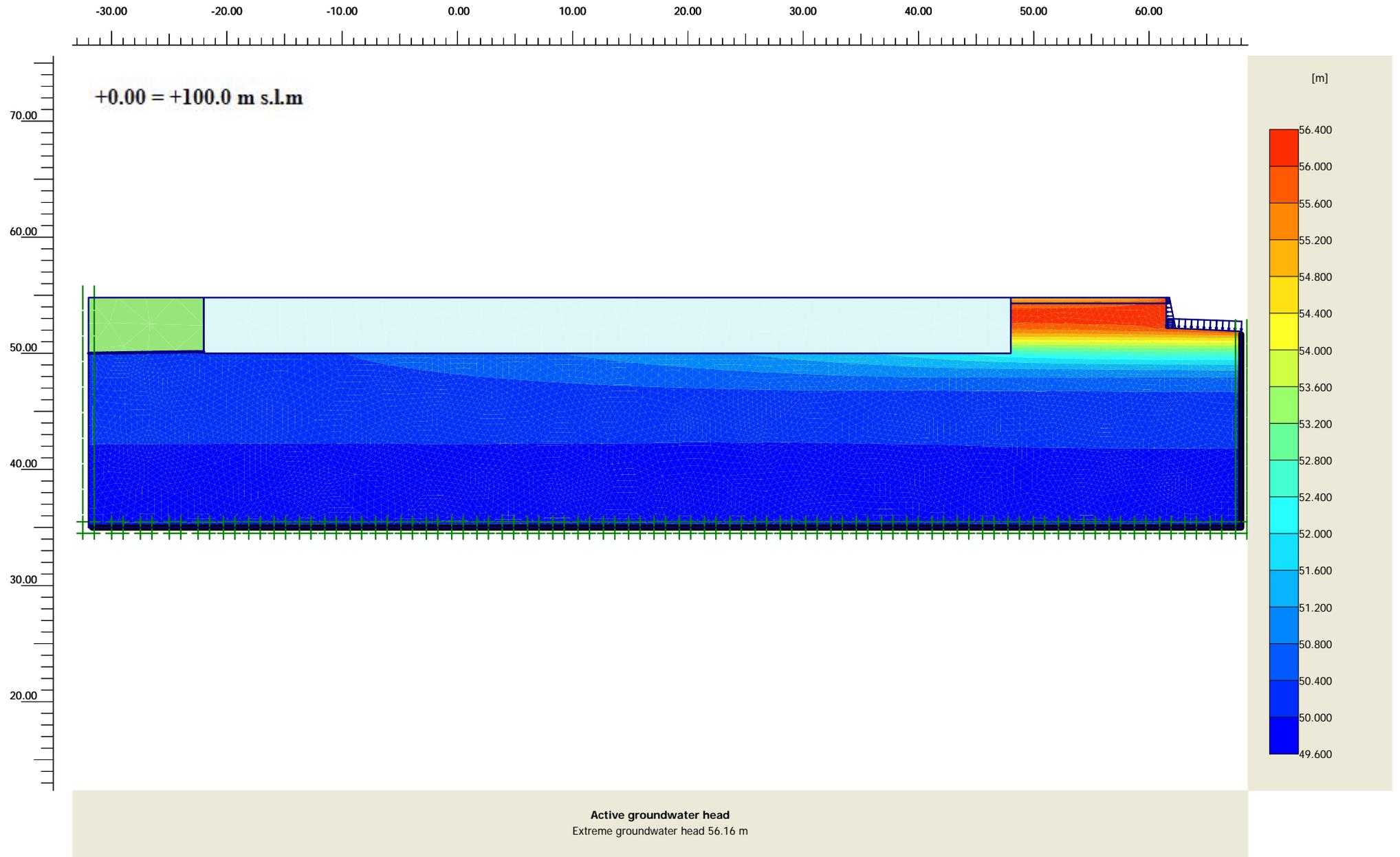
Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.



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.

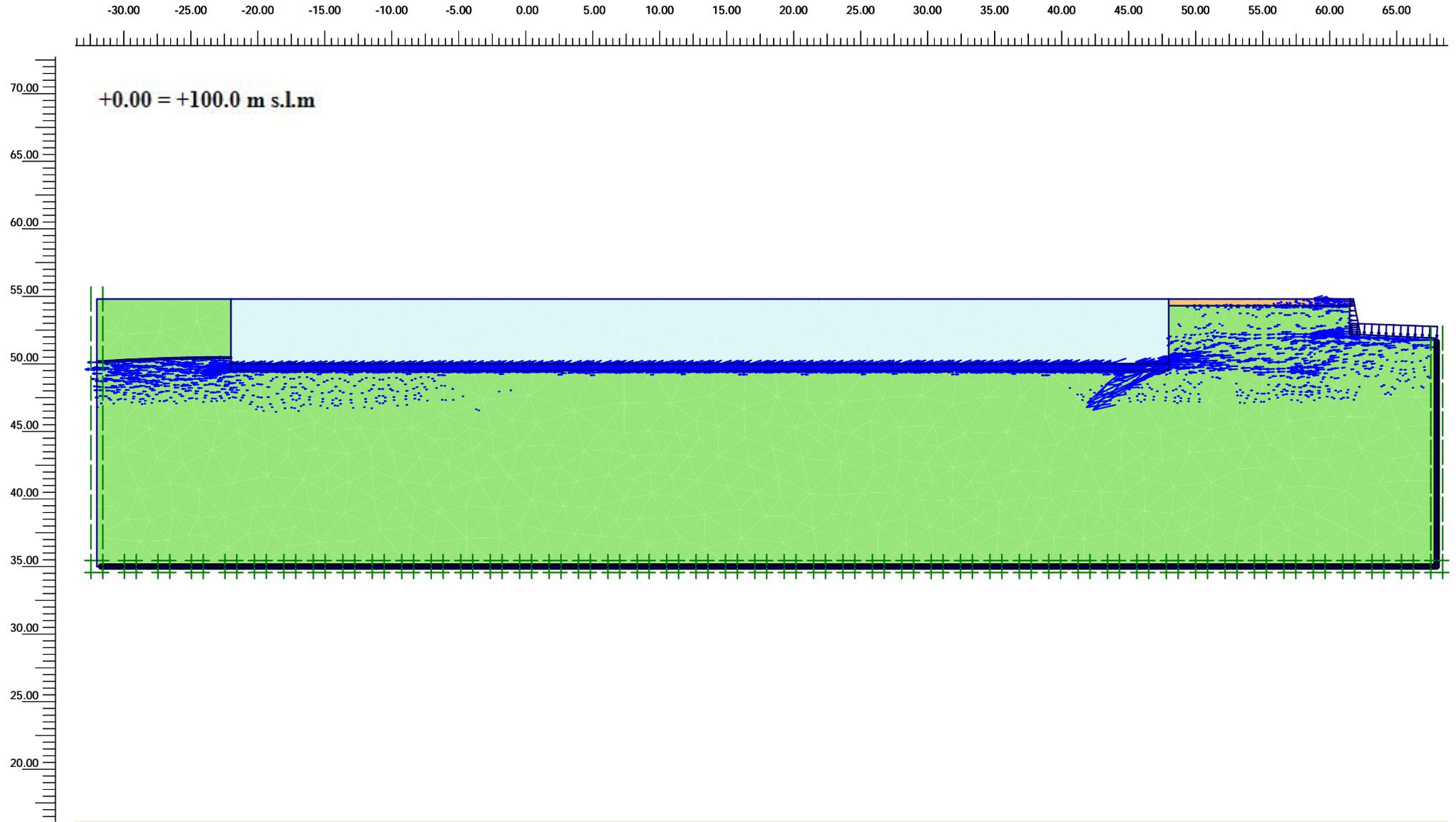


ANALISI 3

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

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 $3.37 \cdot 10^{-6}$ m/s



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

3 - MONZA - Via Piave con strato drenante

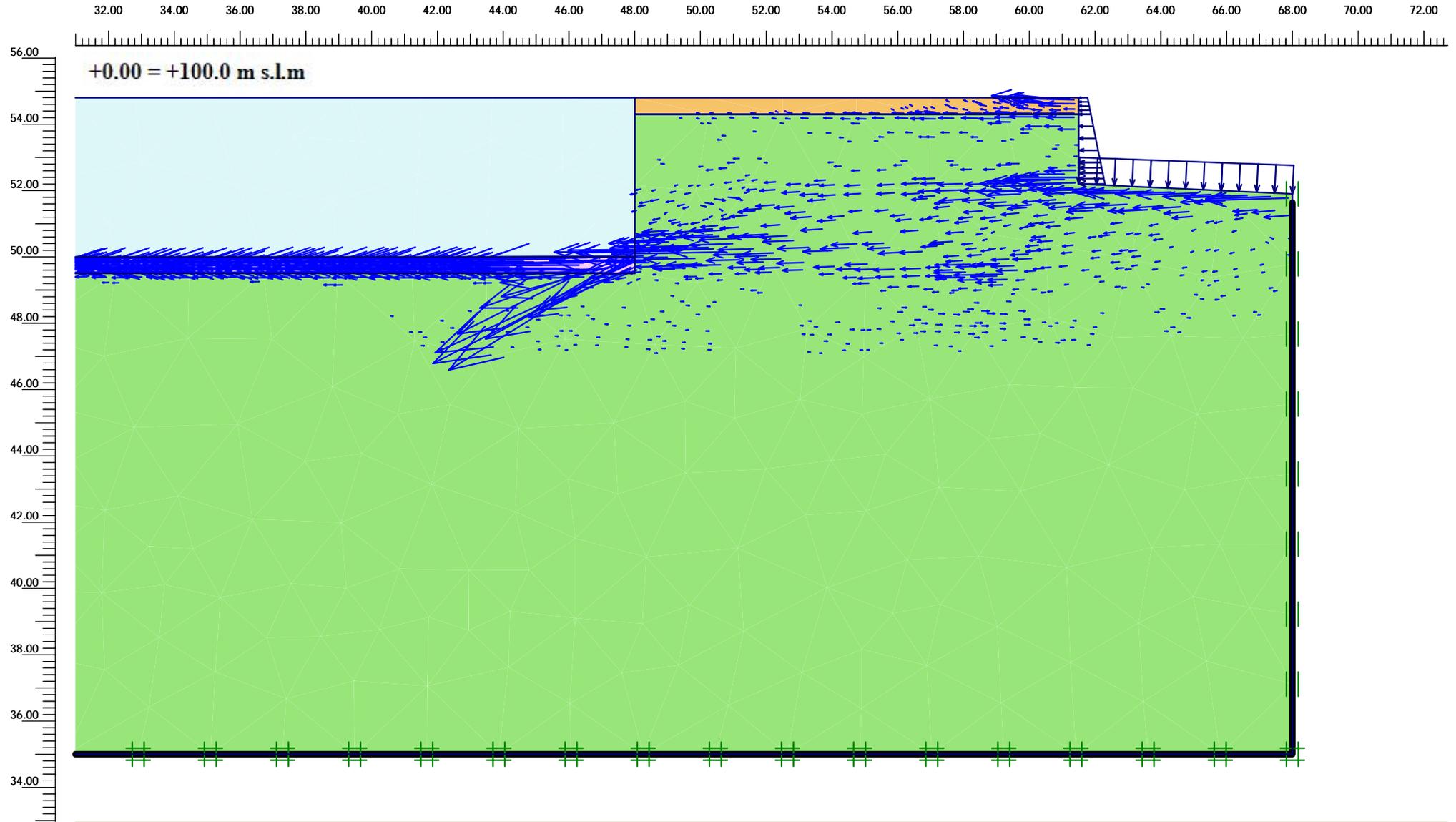
Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.



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

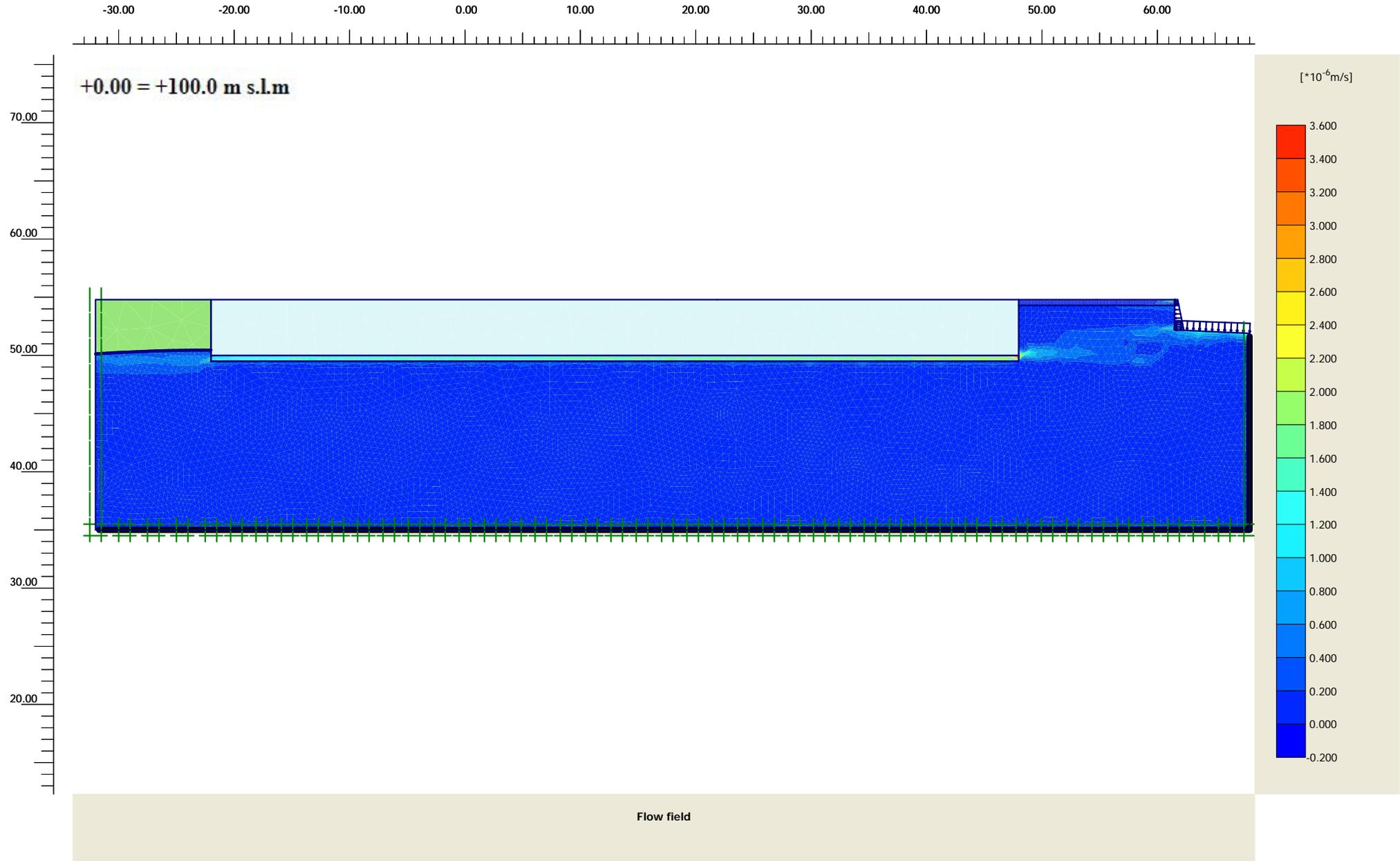
Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Project description

3 - MONZA - Via Piave con strato drenante

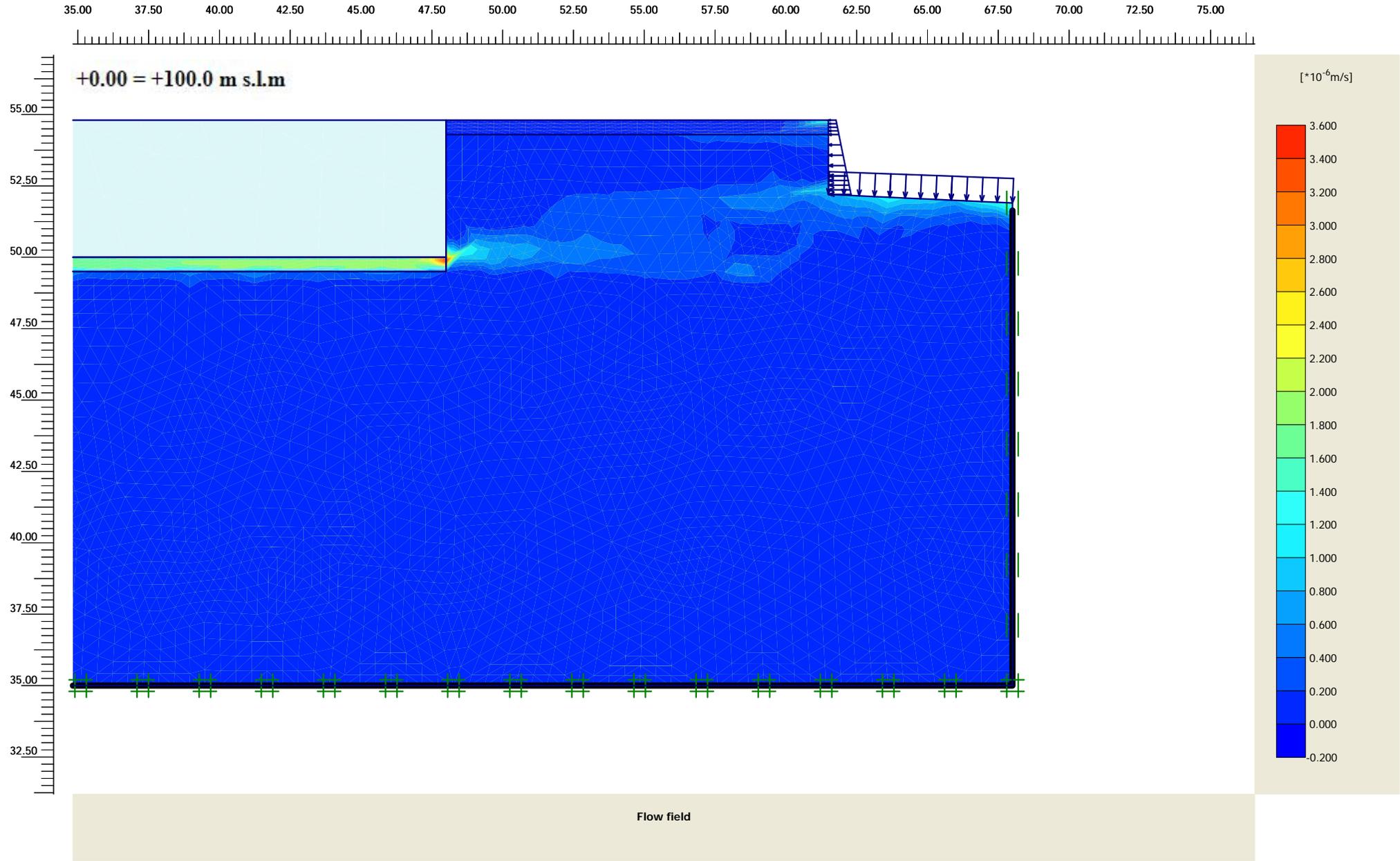
Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

3 - MONZA - Via Piave con strato drenante

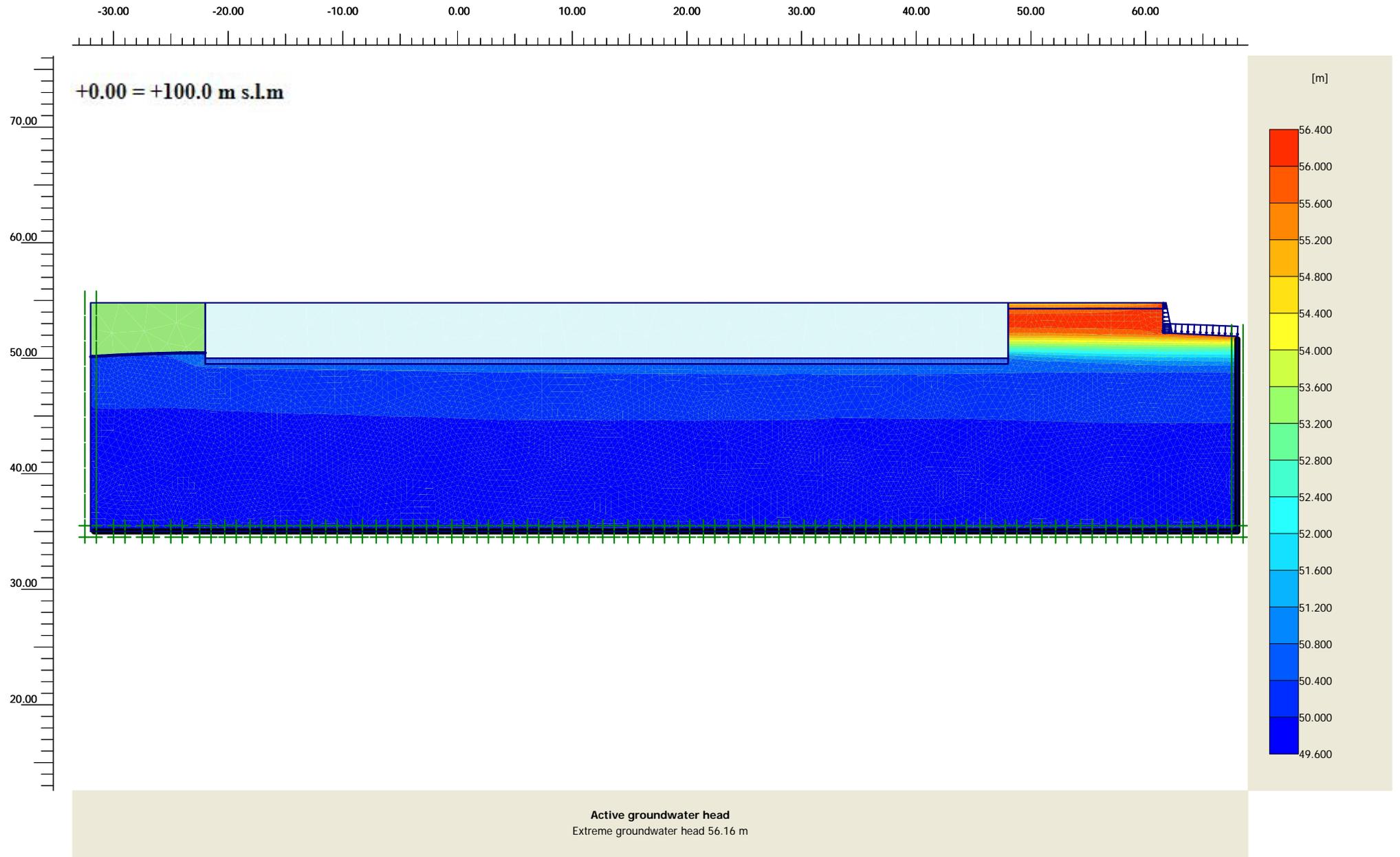
Project name

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.

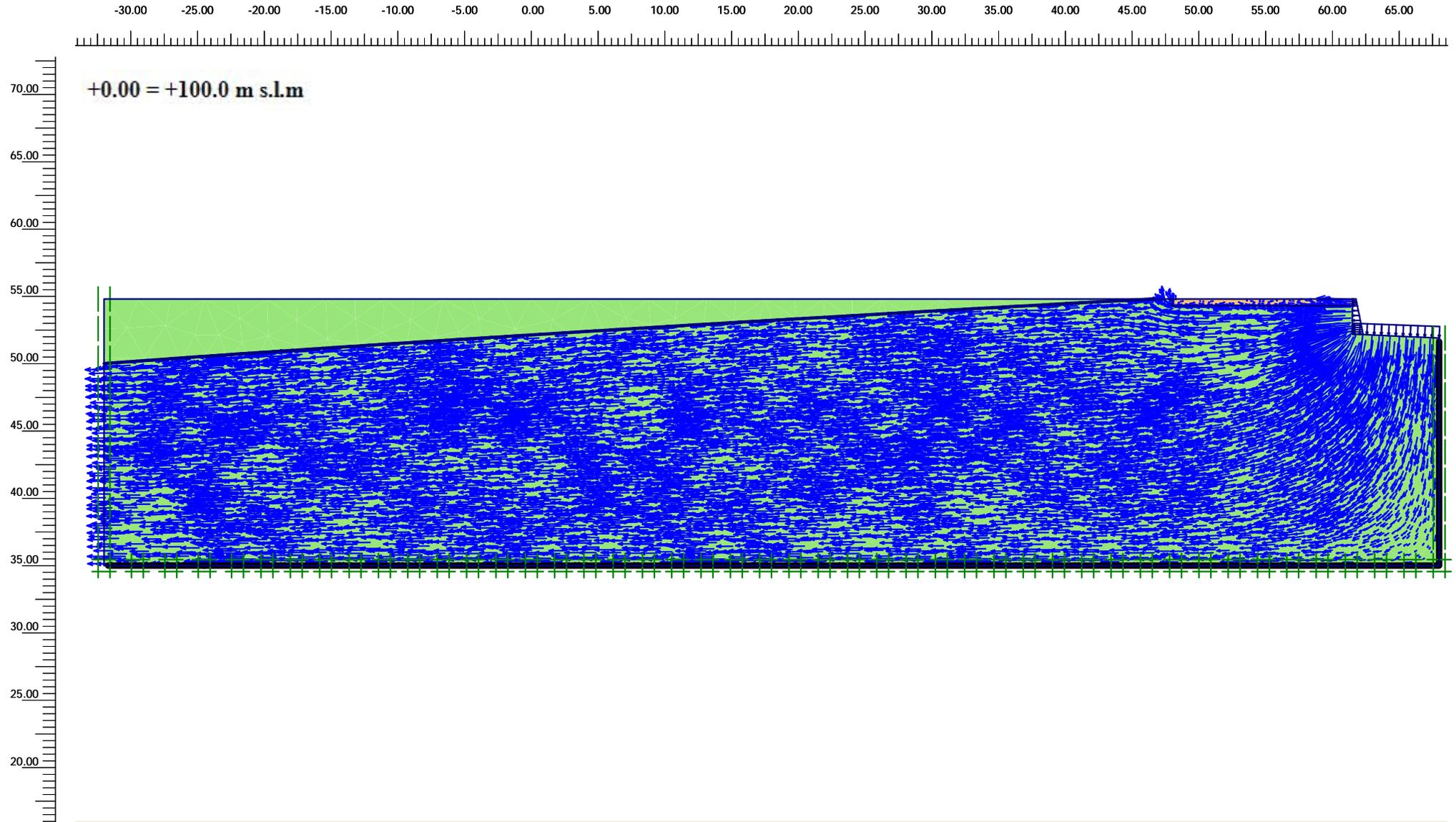


ANALISI 4

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



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

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

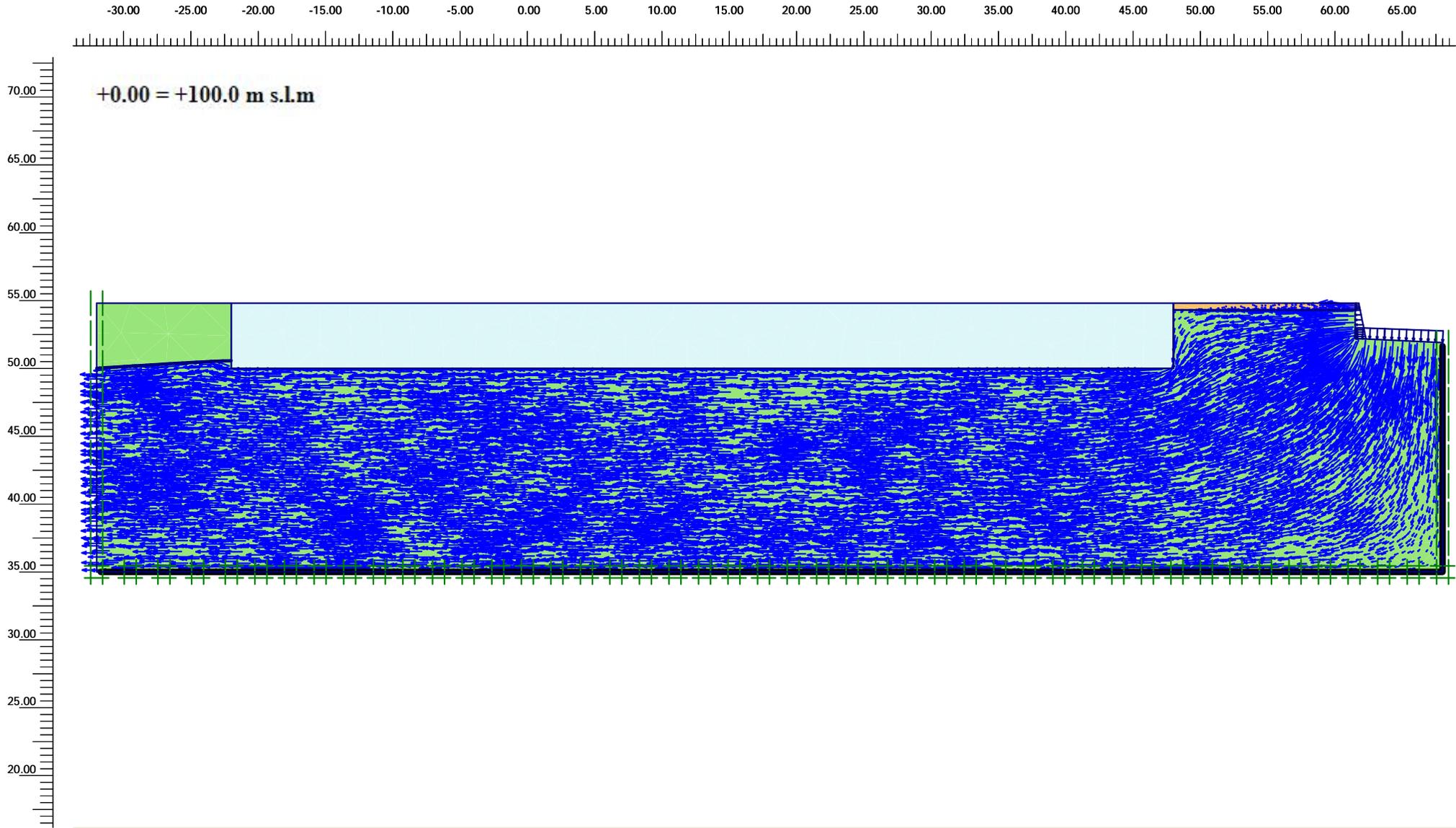
Project name

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

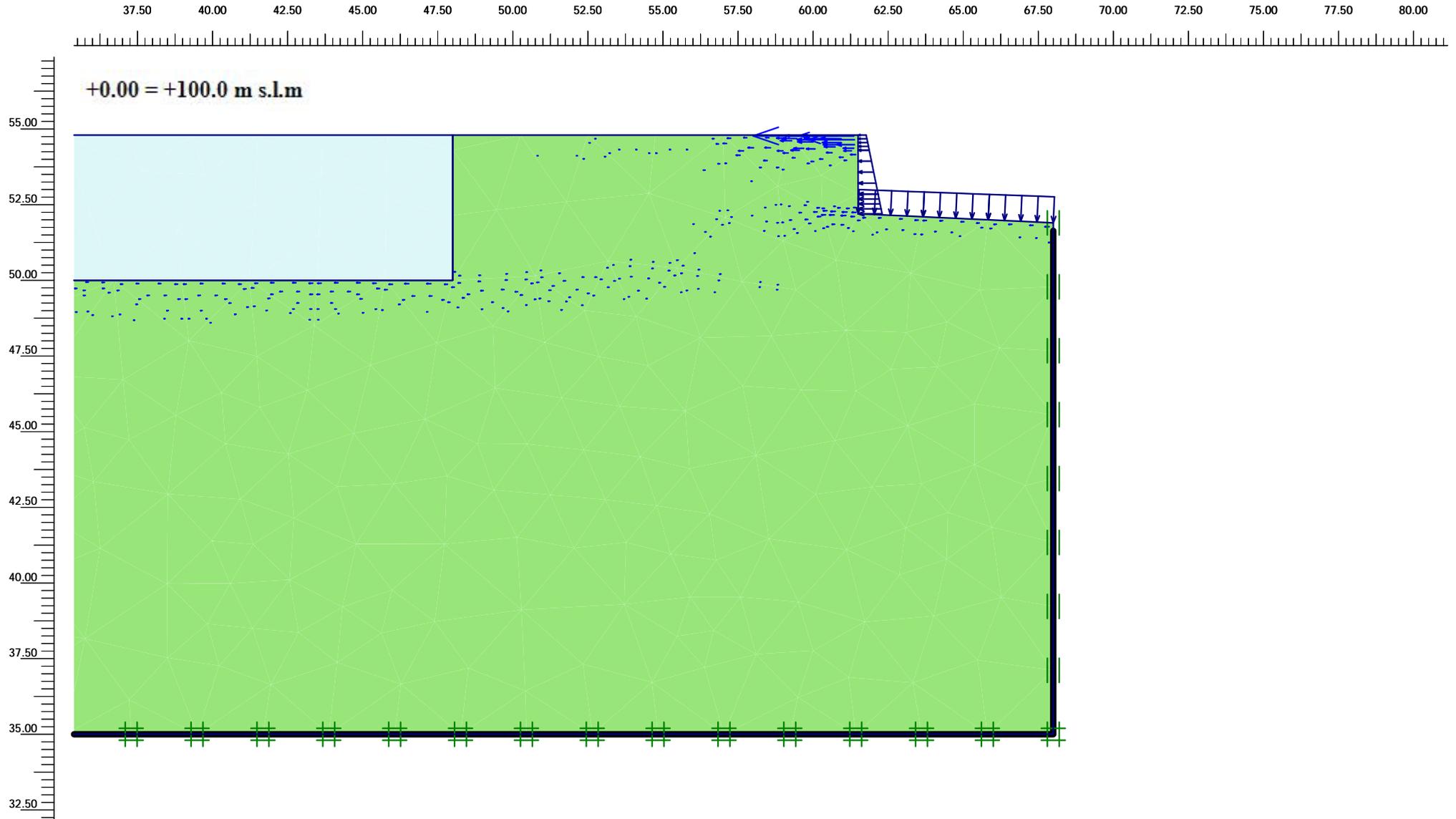
<i>Project description</i>		
4 - MONZA - Via Piave con interrati - kh = kv		
<i>Project name</i>	<i>Date</i>	<i>User name</i>
	29/07/10	Garassino s.r.l.



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

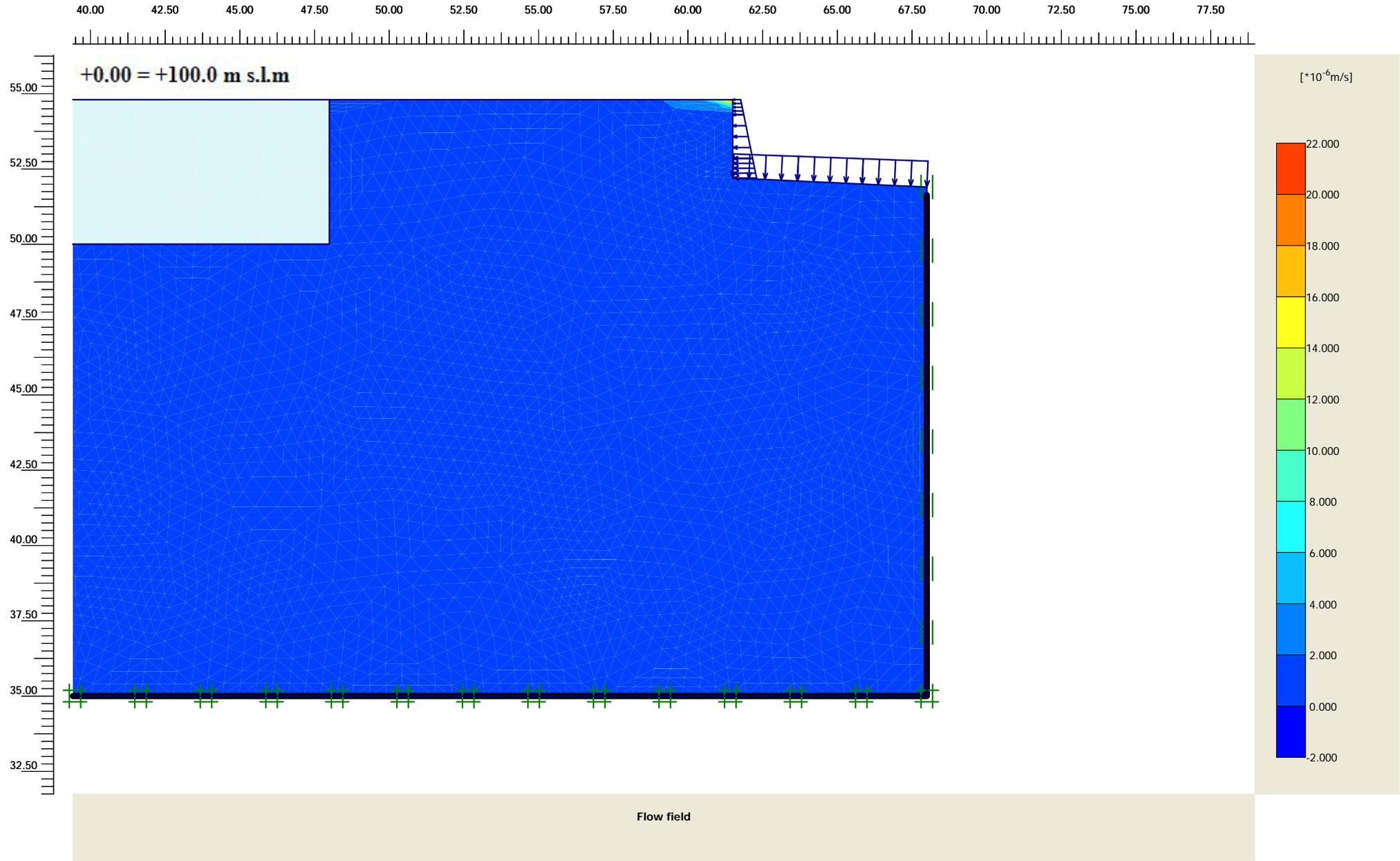
Azienda con Sistema Gestione Qualità ISO 9001:2000 certificato da ICMQ
Company with Quality Management System ISO 9001:2000 certified by ICMQ



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



<i>Project description</i>		MONZA - Via Piave - spessore 0.0 m	
<i>Project name</i>	<i>Date</i>	<i>User name</i>	
	20/07/10		Garassino s.r.l.



Project description

MONZA - Via Piave

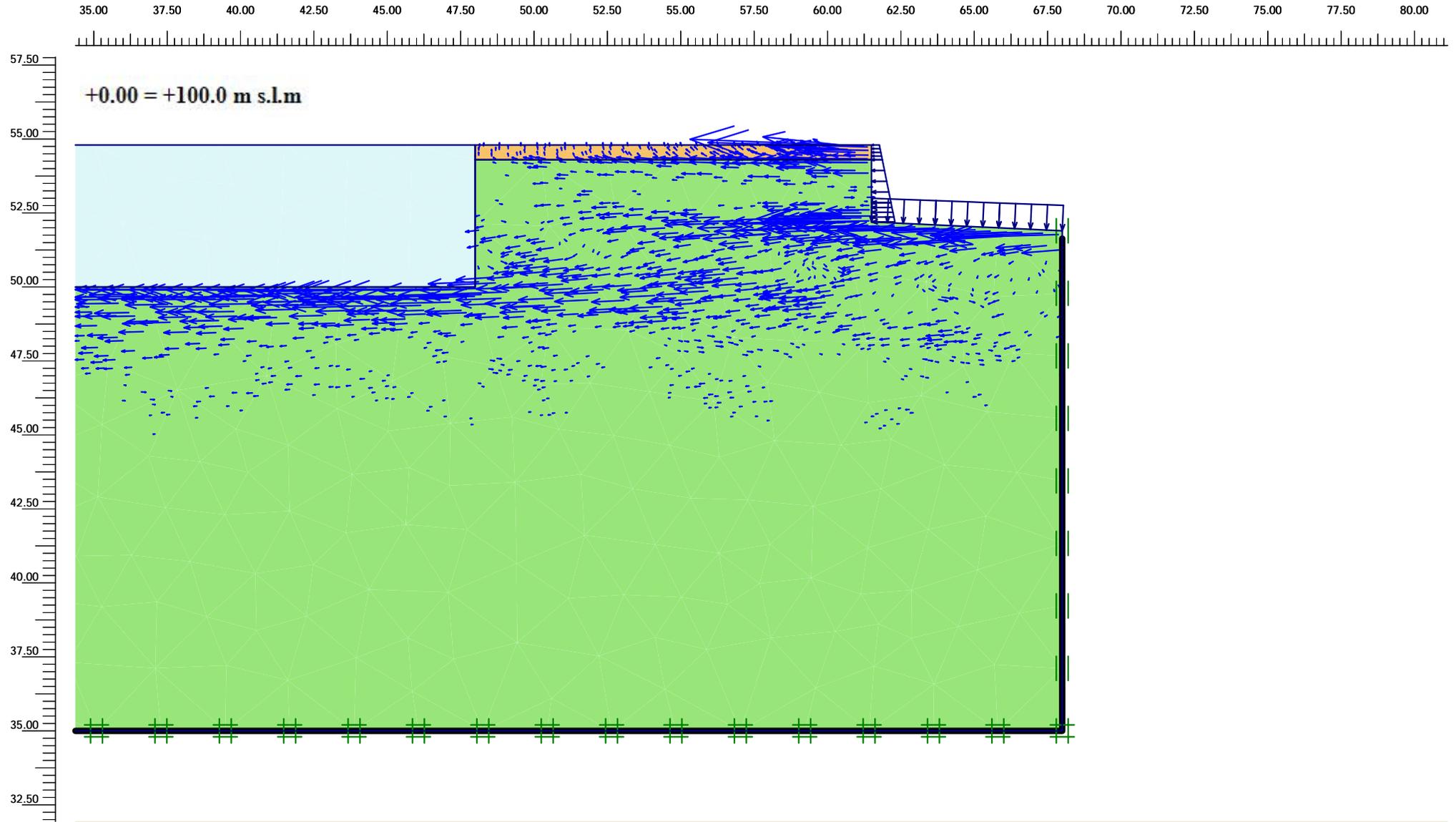
Project name

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

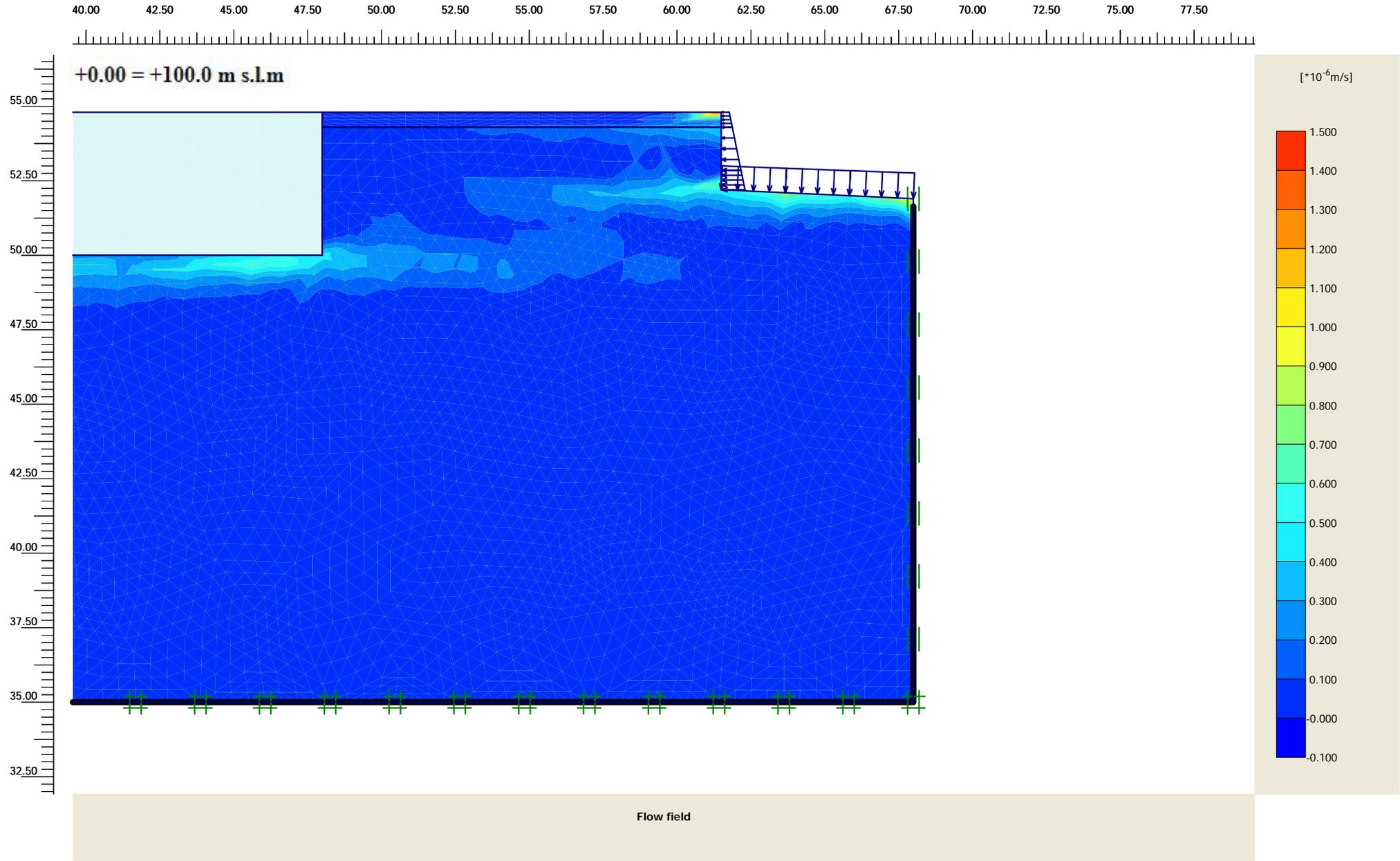
Project name

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

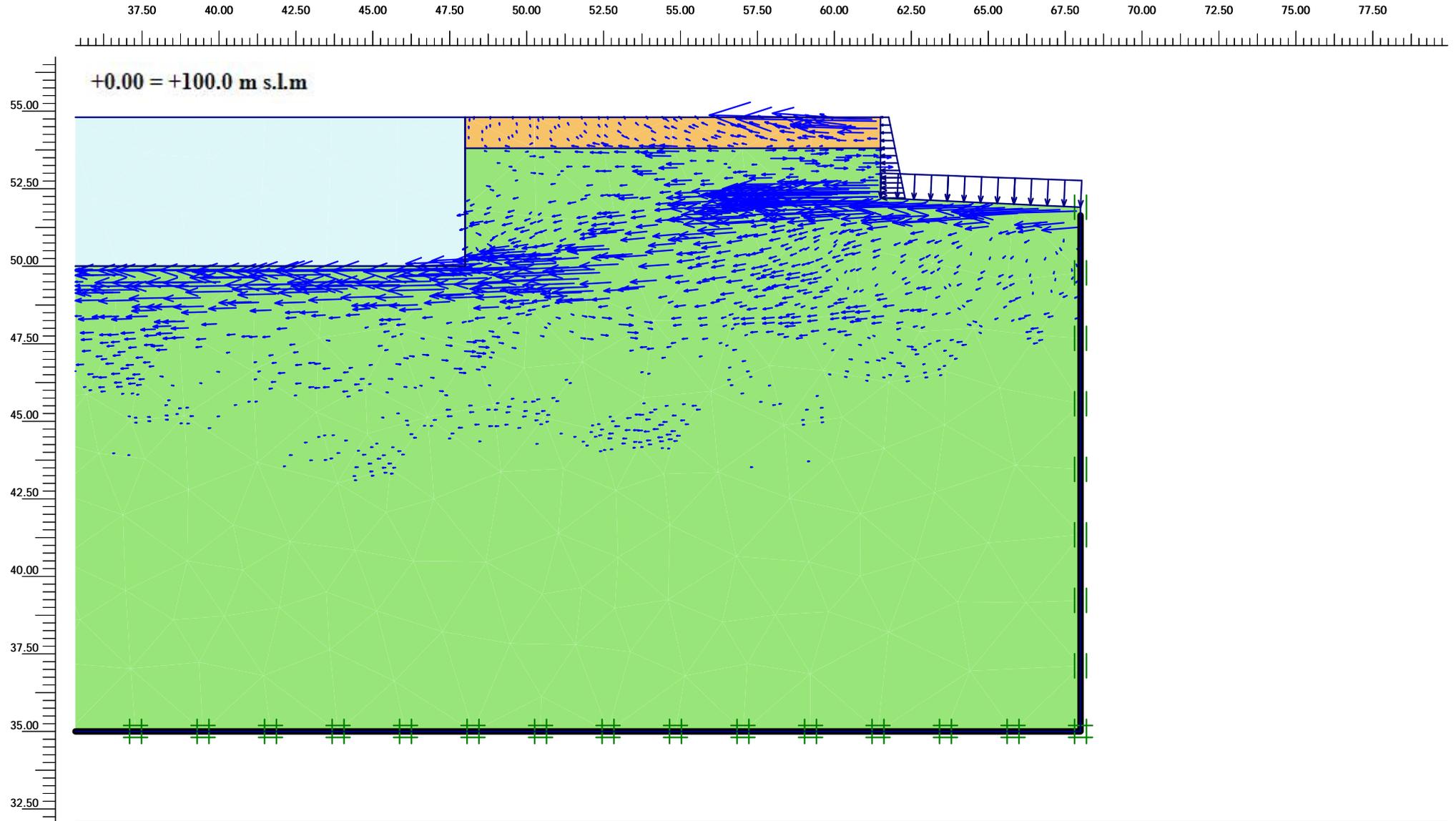
Project name

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

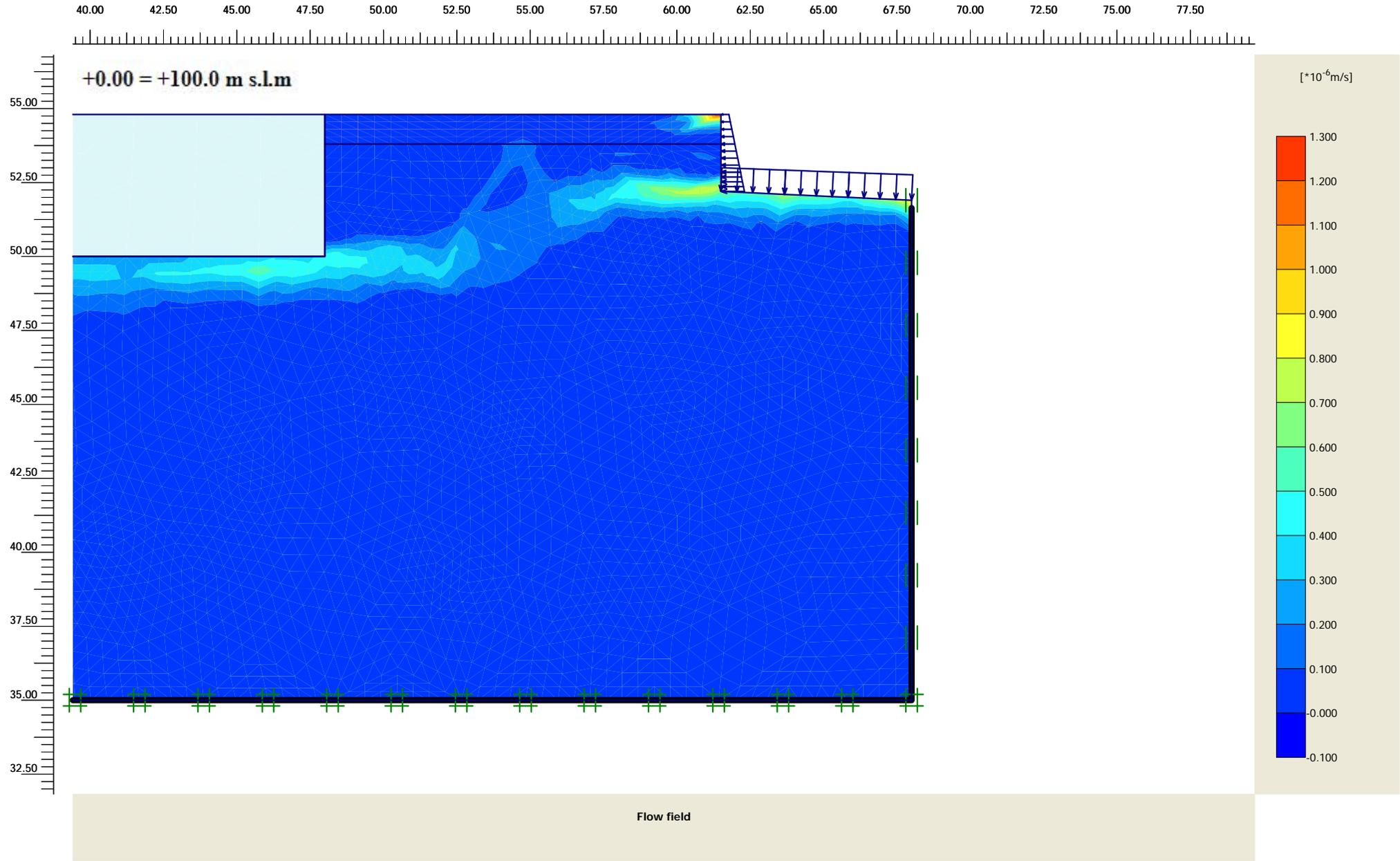
Project name

Date

20/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Project description

MONZA - Via Piave - spessore 1.0 m

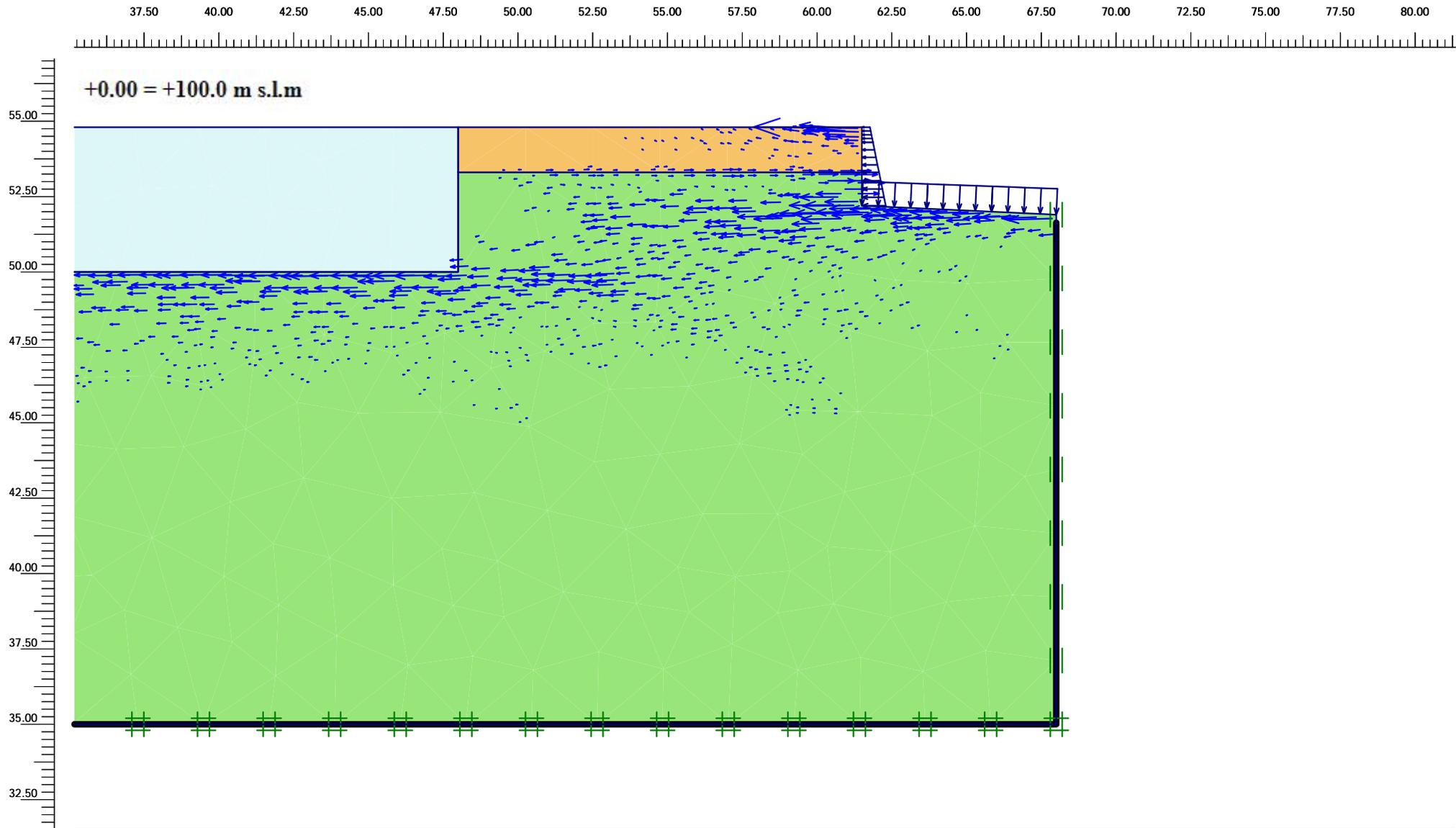
Project name

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

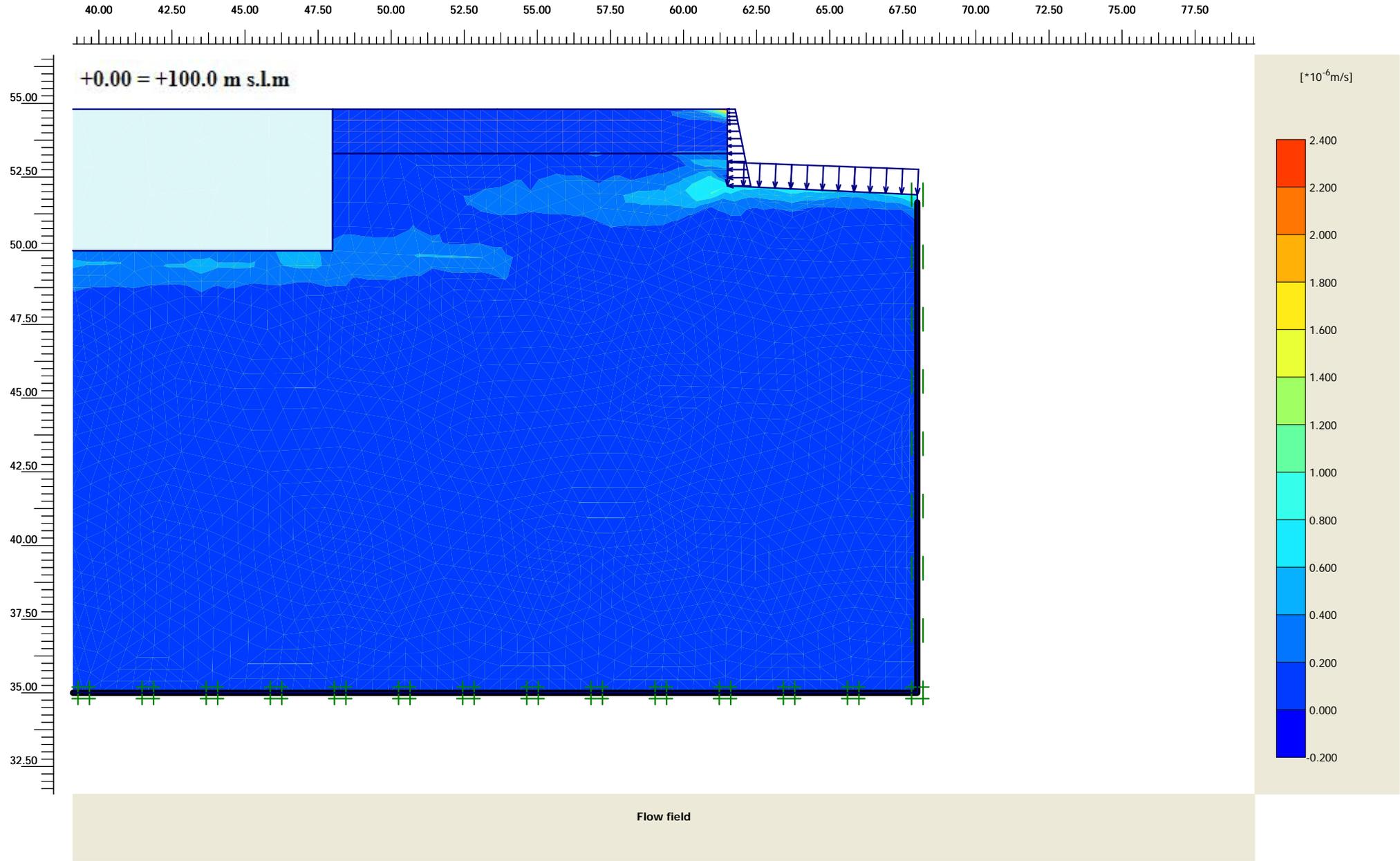
Project name

Date

20/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Project description

MONZA - Via Piave - spessore 1.5 m

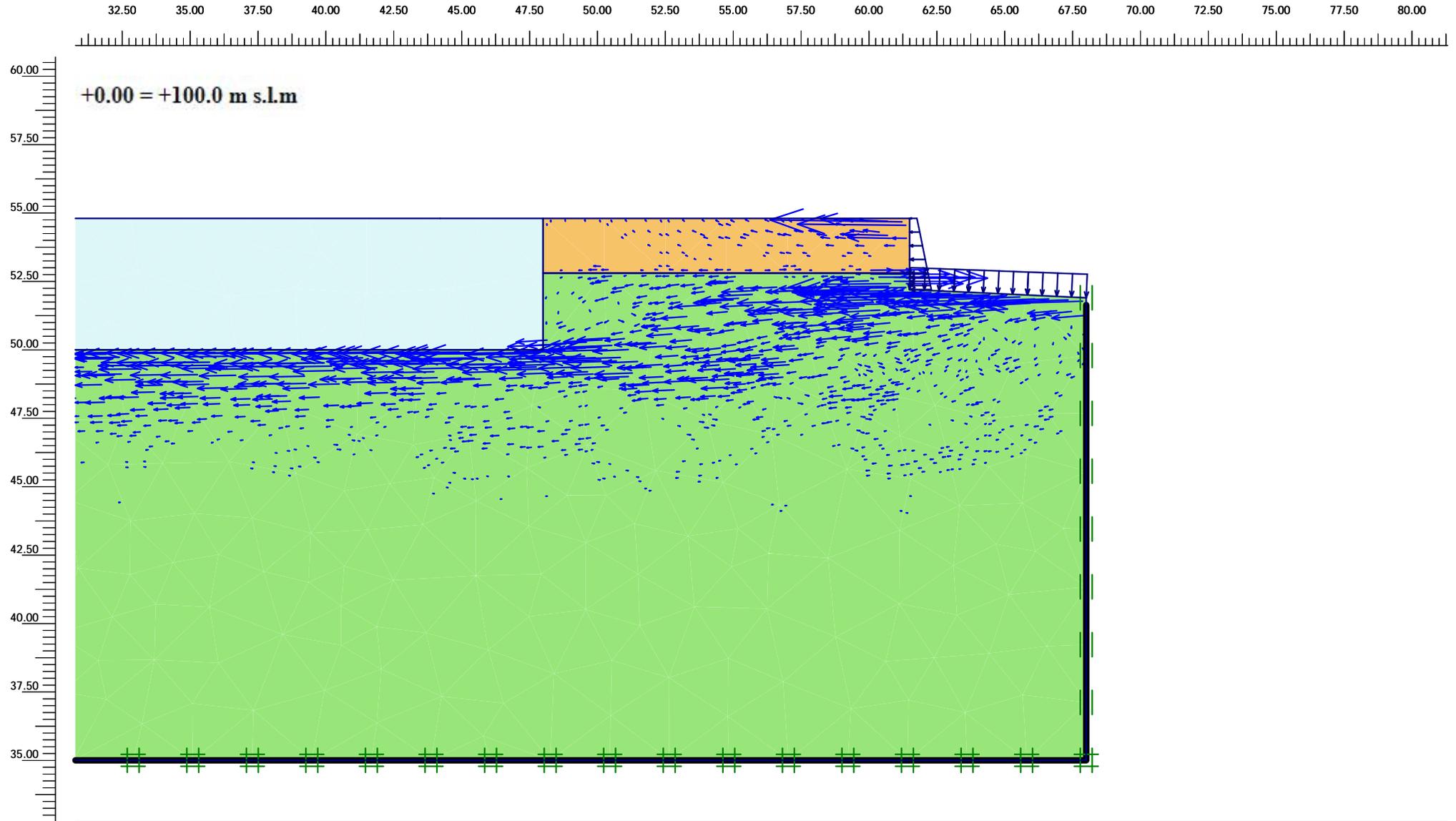
Project name

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

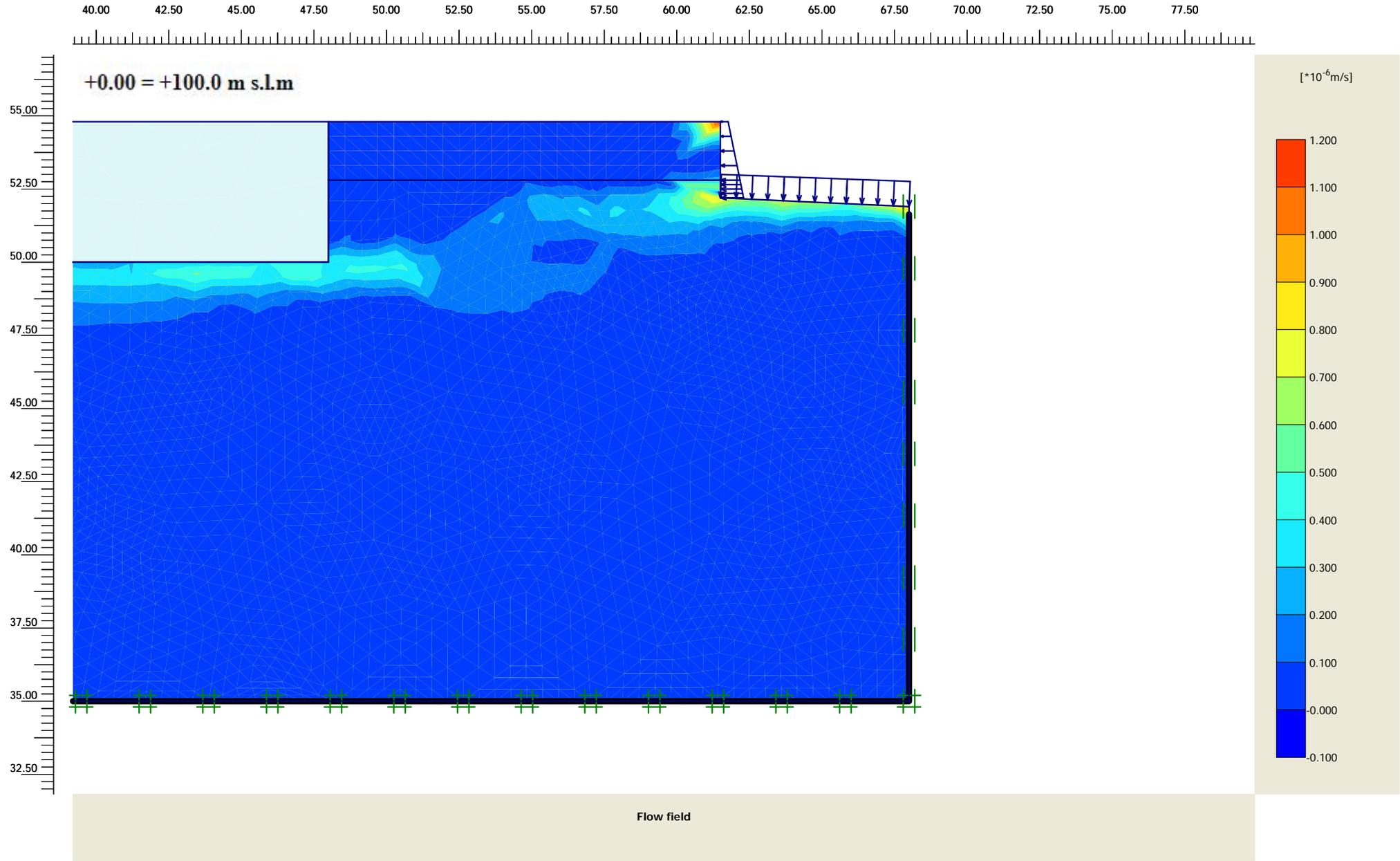
Project name

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.

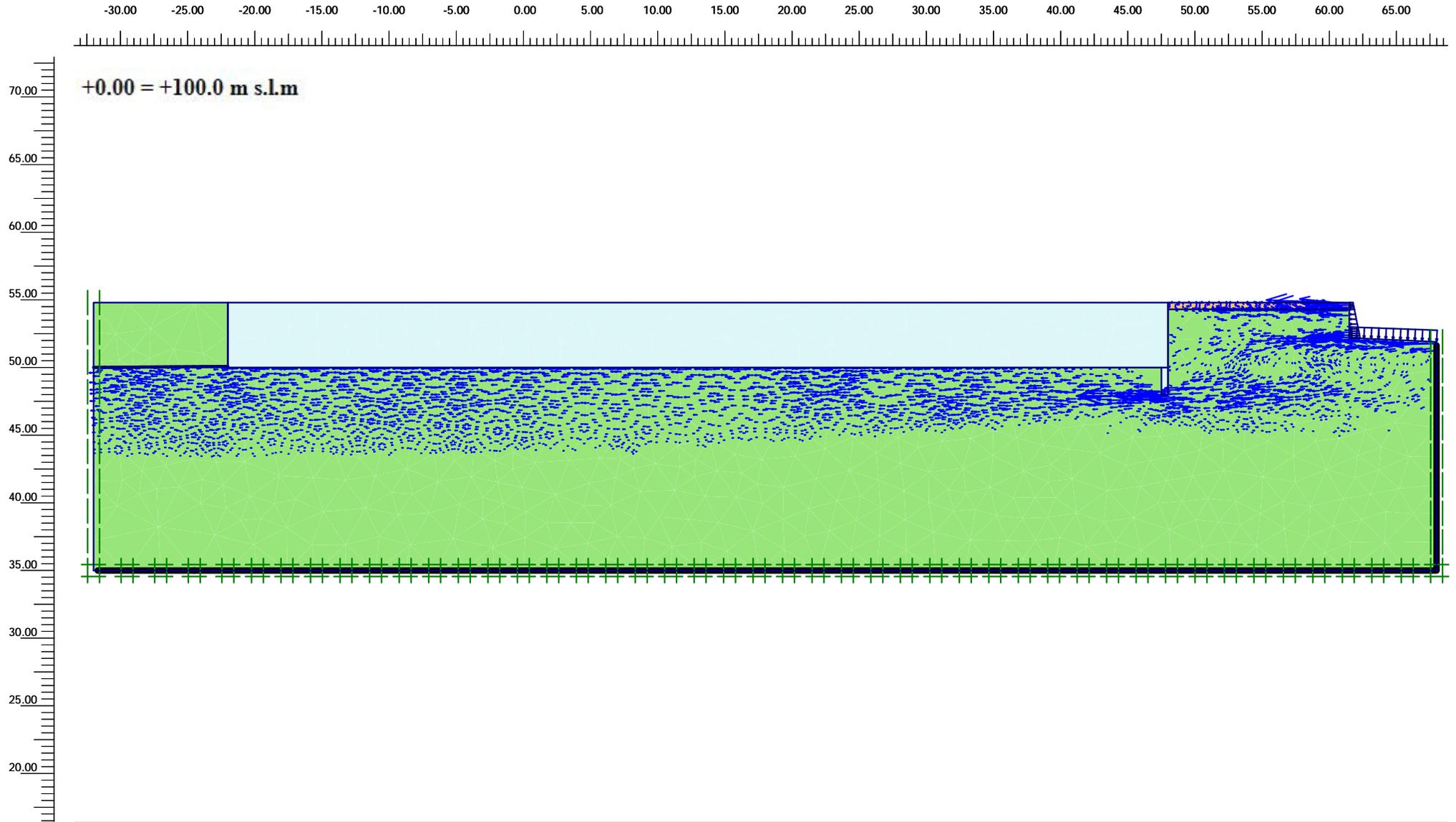


ANALISI 6

MODELLO CON TAGLIONE DI LUNGHEZZA $D = 2.0\text{ m}$ e $D = 4.0\text{ m}$

<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



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



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

6 - MONZA - Via Piave con taglione 2.0 m

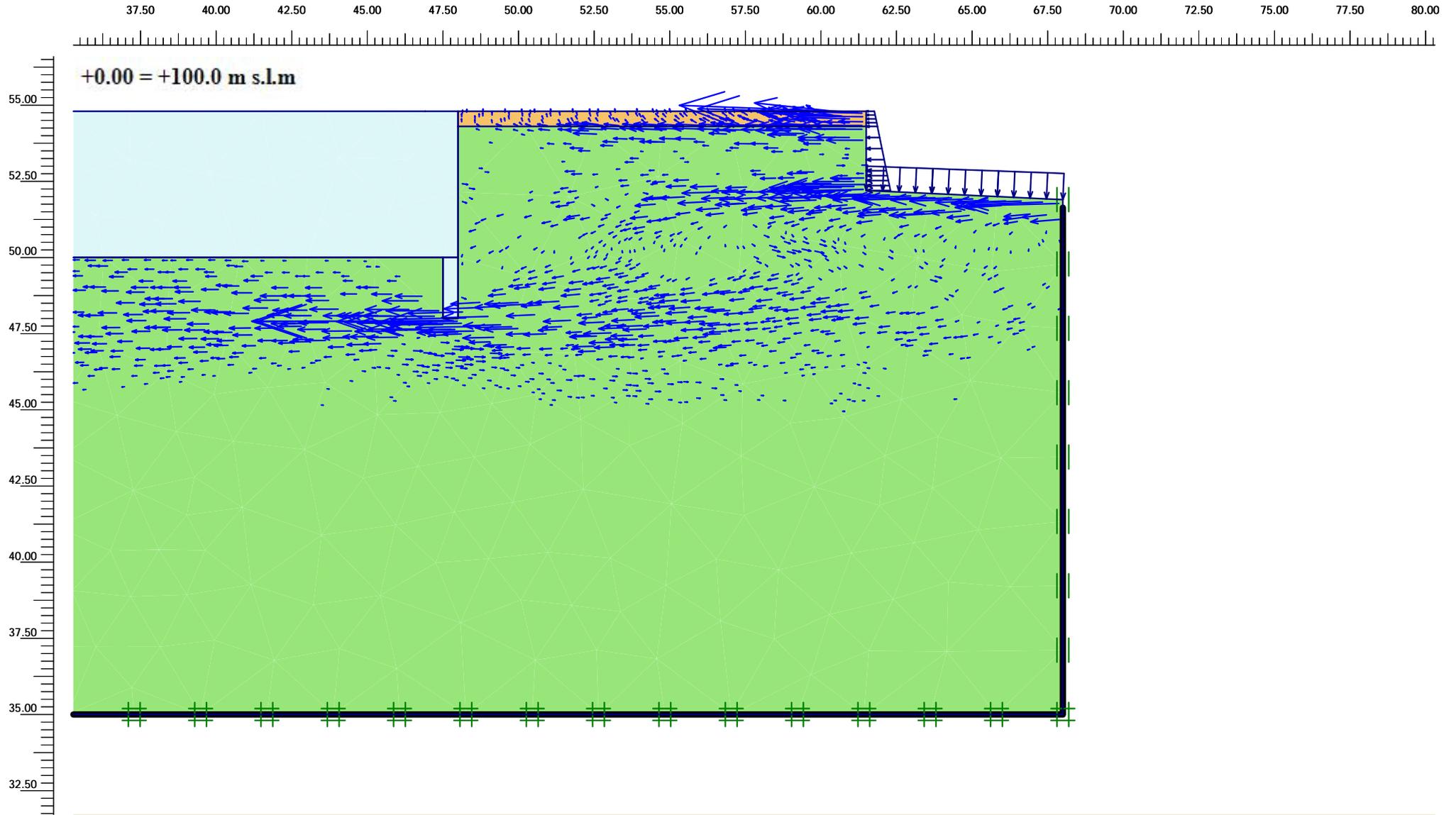
Project name

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

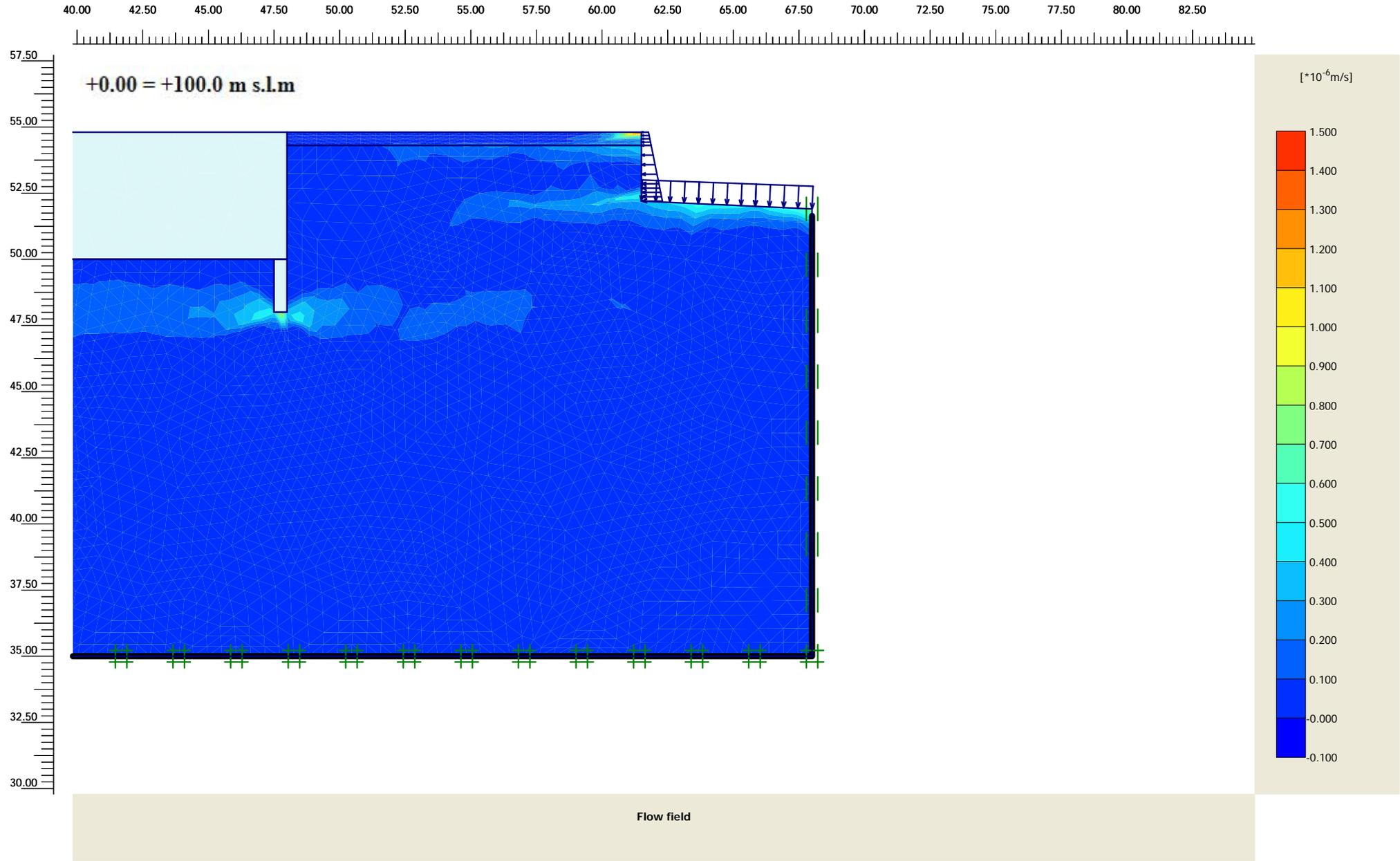
Project name

Date

26/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Project description

MONZA - Via Piave con taglione 2.0 m

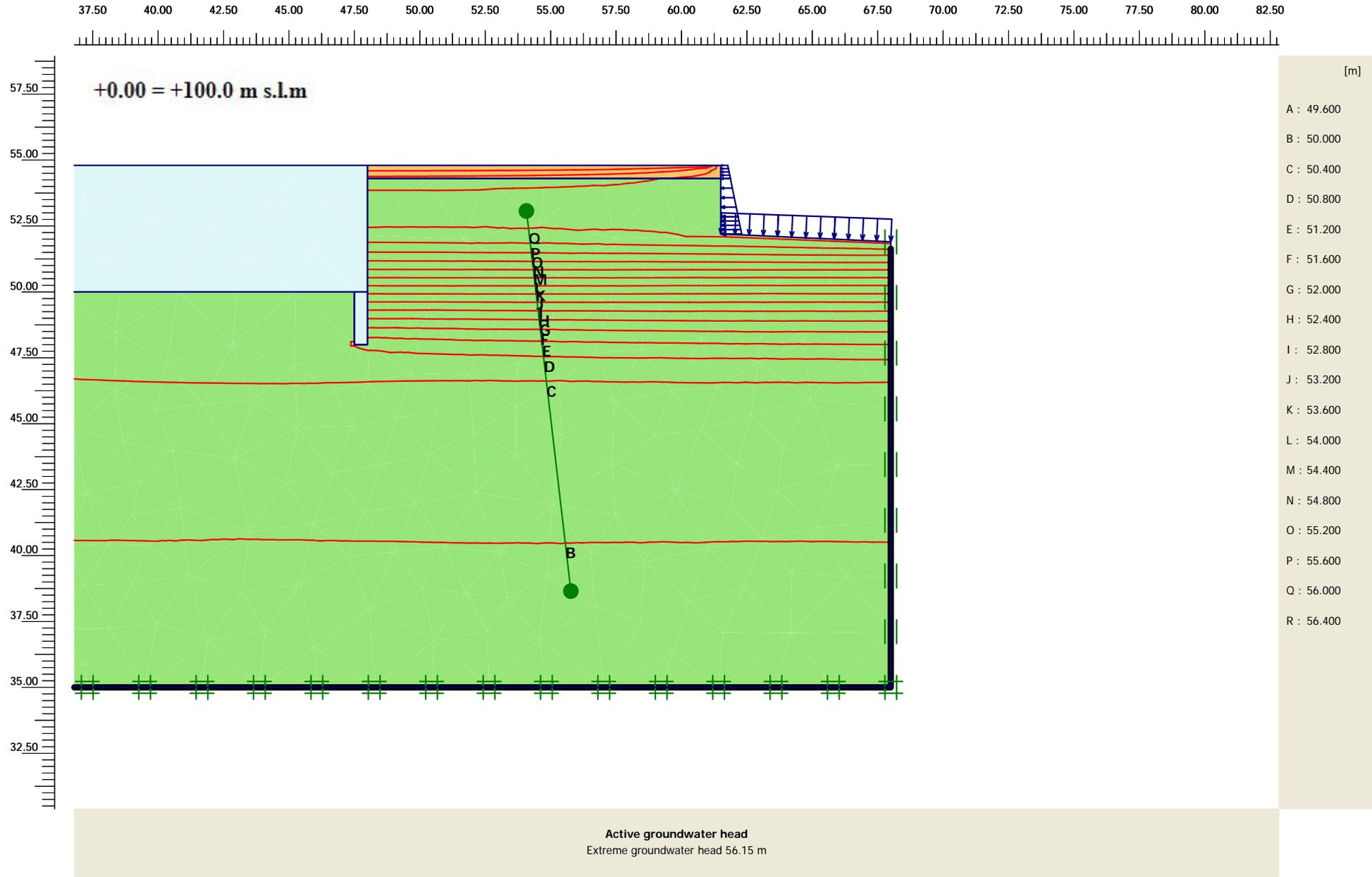
Project name

Date

26/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Project description

MONZA - Via Piave con taglione 2.0 m

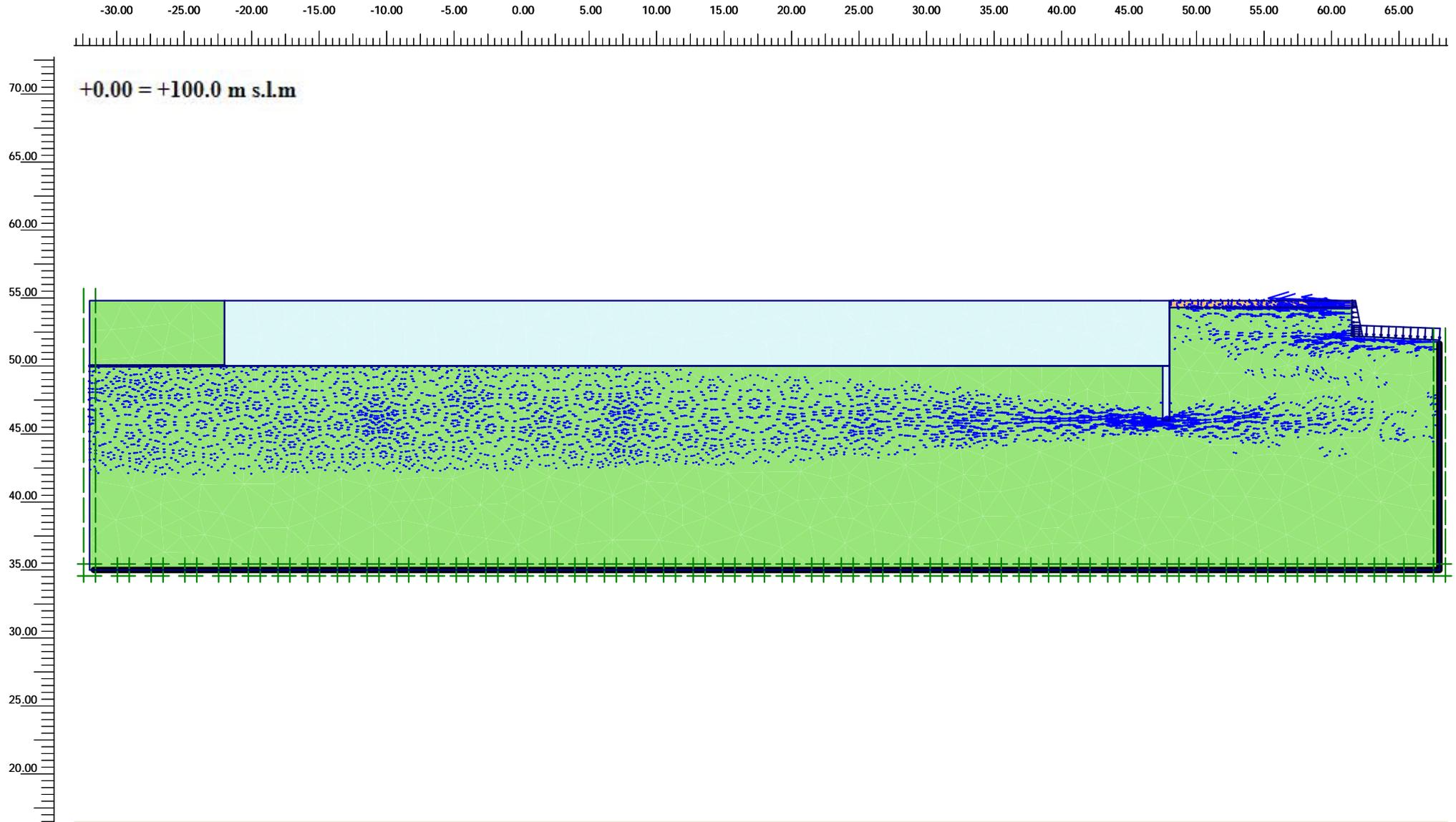
Project name

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

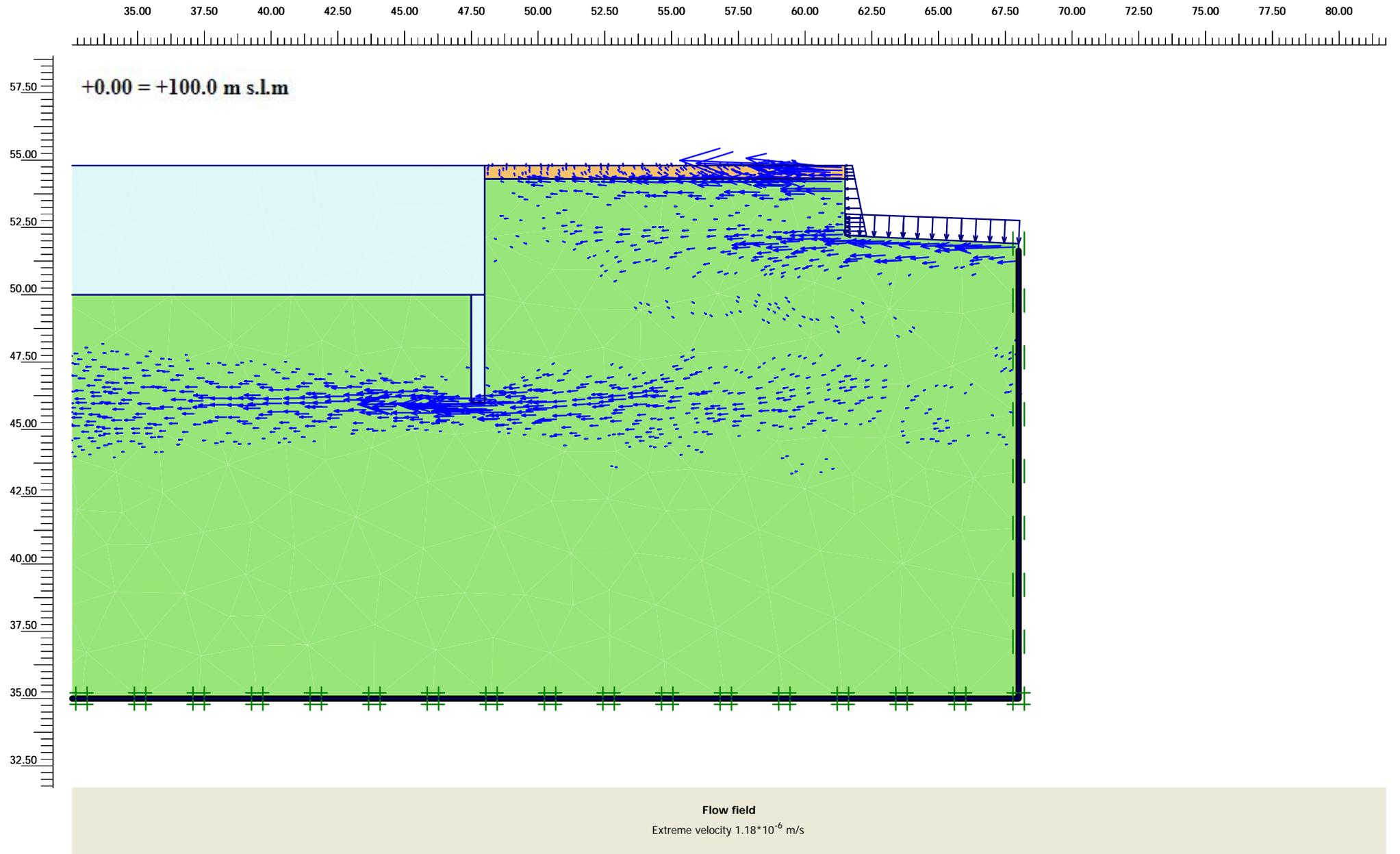
Project name

Date

29/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

MONZA - Via Piave con taglione 4.0 m

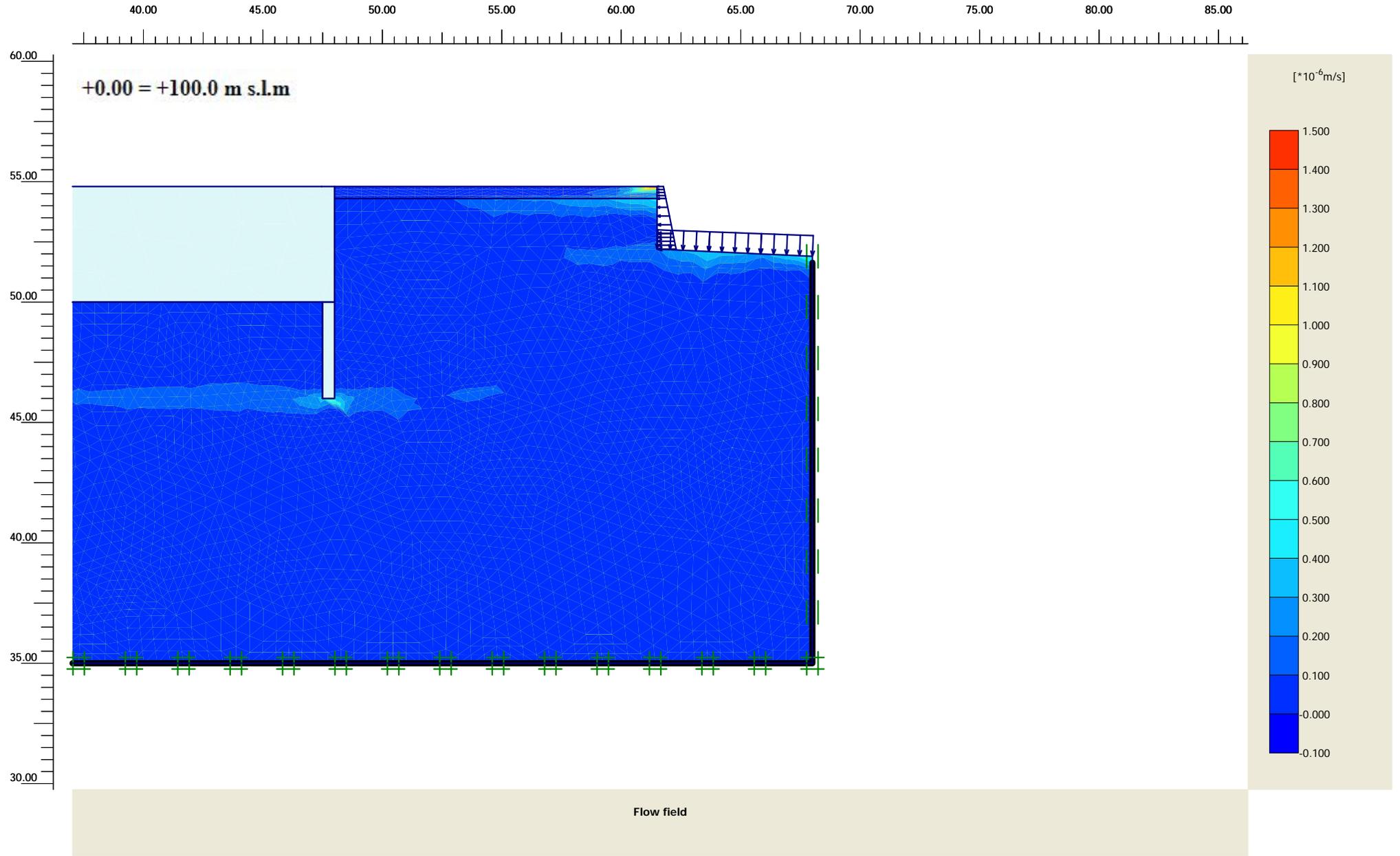
Project name

Date

26/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Project description

MONZA - Via Piave con taglione 4.0 m

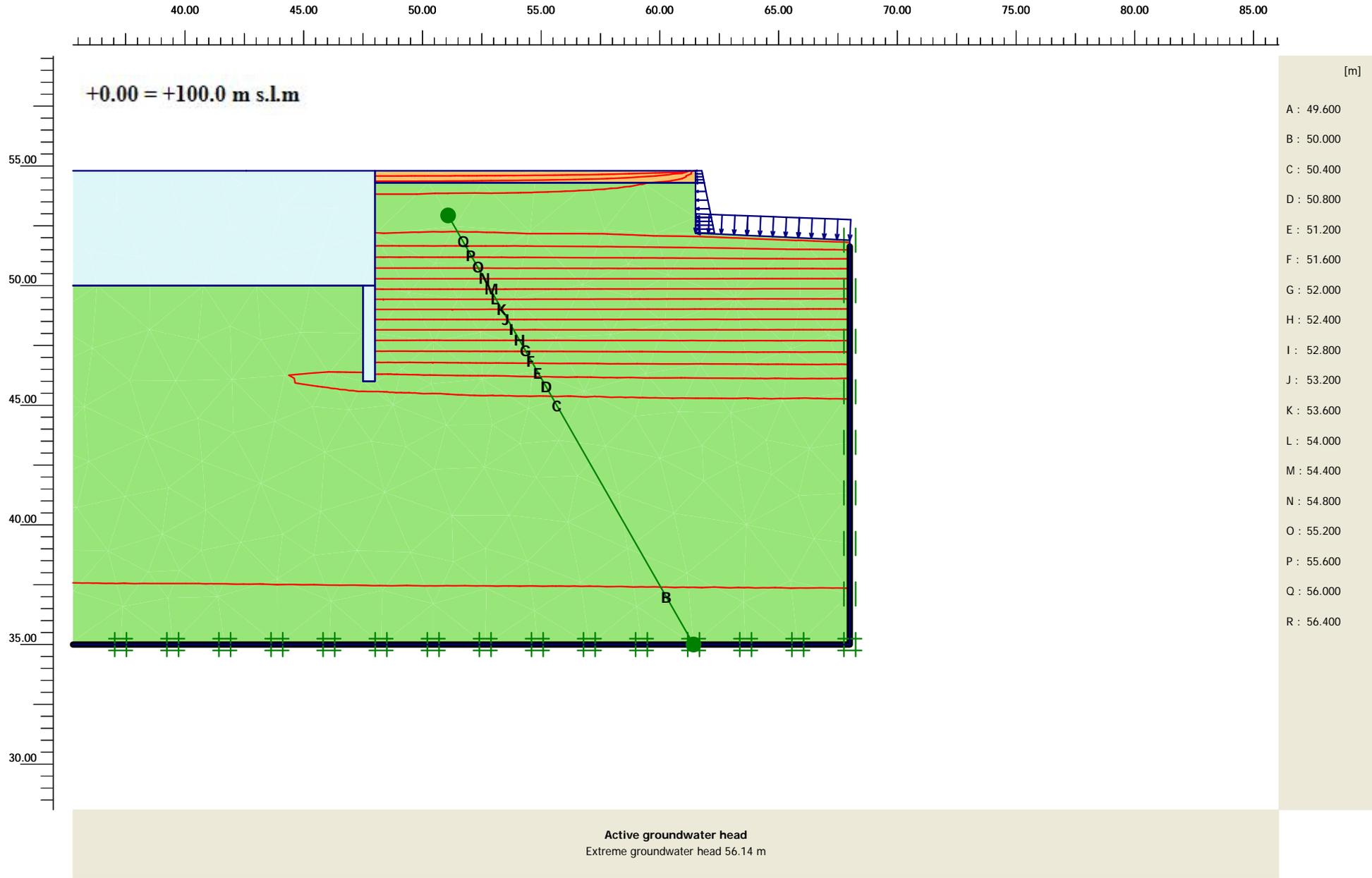
Project name

Date

26/07/10

User name

Garassino s.r.l.



Project description

MONZA - Via Piave con taglione 4.0 m

Project name

Date

26/07/10

User name

Garassino s.r.l.



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
Relazione idraulica

Commessa Job **2188**
Protocollo / Rev Doc. No. **05.00**

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

REV	DATA DATE	DESCRIZIONE DESCRIPTION	REDATTO PREPARED	CONTROLLATO CHECKED	APPROVATO APPROVED
0	28.07.10	Prima emissione	E. Bottazzi	G. Floreale	A. 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. *PREMESSA E SINTESI DELLE CONCLUSIONI*3
2. *ANALISI DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL FIUME PO*.....6
3. *ANALISI IDRAULICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DI MONZA*.....17
4. *STUDIO PACHECO*.....32
5. *ALLAGAMENTI OSSERVATI NEL 2002*38
6. *DINAMICHE DI ALLAGAMENTO*40
7. *MODELLO IDRAULICO A MOTO PERMANENTE*50
 7.1 *Geometrizzazione dell'alveo* 50
 7.2 *Portate utilizzate e condizioni al contorno*..... 52
 7.3 *Ponti* 53
 7.4 *Scabrezze e coefficienti di perdite concentrate* 56
 7.5 *Risultati* 57
8. *BIBLIOGRAFIA*.....63
APPENDICE A - TABELLE SIMULAZIONI IDRAULICHE.....64
APPENDICE B - CODICE DI CALCOLO HEC – RAS68

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	2	73



1. PREMESSA E SINTESI DELLE CONCLUSIONI

Il presente studio idraulico ha lo scopo di verificare la fattibilità da un punto di vista idraulico di interventi di riqualificazione edilizia di un'area sita in territorio di Monza.

Tale area risulta attualmente occupata da un complesso industriale preesistente.

L'area in esame presenta potenzialmente problematiche idrauliche legate all'esondazione del Fiume Lambro, peraltro evidenziate dall'ultima piena rilevante del Novembre 2002, che ha interessato anche le zone in prossimità dell'area oggetto di intervento.

Il corso d'acqua in oggetto fa parte del reticolo idrico principale della Regione Lombardia, secondo quanto indicato dalla d.g.r. 7/7868 del 2002 e s.m.i..

Nella seguente tabella si fornisce lo schema dei dati contenuti in tale normativa.

Num. progr.	Denominazione	Comuni attraversati
MI014	Fiume Lambro o Lambro Settentrionale	Albate, Arcore, Biassono, Brioso, Brugherio, Carate Brianza, Cerro Al Lambro, Cologno Monzese, Col Turano, Giussano, Lesmo, Macherio, Mediglia, Melegnano, Milano, Monza, Peschiera Borromeo, San Colombano Al Lambro, San Donato Milanese, San Giuliano Milanese, San Zenone Al Lambro, Sesto San Giovanni, Sovico, Triuggio, Veduggio Con Colzano, Verano Brianza, Villasanta, Vizzolo Predabissi
Foce o sbocco	Tratto classificato come principale	Numero iscrizione elenchi acque pubbliche
Po	Tutto il corso	23

Tab. 1.I - Dati riportati sulla d.g.r. n.8/8127 dell'1 Ottobre 2008 (modifica della 7/7868 del 2002) relativi al tratto di fiume oggetto dell'intervento.

Essendo il Lambro un corso idrico le cui acque sono pubbliche, vige su di esso la normativa relativa al R.D. 523/1904 ed in particolare quanto indicato all'art. 96 comma f.

Pertanto gli interventi in esame hanno preso in considerazione, coerentemente con quanto riportato nella suddetta legge, le distanze minime da rispettare. Le nuove costruzioni sono quindi state mantenute ad una distanza di 10 m dal muretto della sponda sinistra del Lambro, mentre nello stato attuale esse risultano in alcuni punti poste ad una distanza leggermente inferiore.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	3	73



Figura 1.1 - Interventi in progetto e rispetto della fascia di rispetto del R.D. 523/1904 di 10 m (in rosso tratteggiata).

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	4	73



Nella presente relazione si fa dapprima un quadro dei principali studi recenti che hanno interessato l'area, cioè il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po (P.A.I.) (cap. 2), l'analisi idraulica allegata al Piano di Governo del Territorio di Monza (cap. 3) e lo studio recentemente redatto dallo Studio Pacheco per il Comune di Monza (cap. 4).

Il capitolo 5 sviluppa il tema degli allagamenti verificatisi nel Novembre 2002, mentre nel cap. 6 vengono descritte le dinamiche di allegamento del territorio in cui è compresa l'area in esame.

Viene poi studiato un modello idraulico a moto permanente che, partendo dalle informazioni geometriche utilizzate all'interno del P.A.I. e da sopralluoghi locali, intende verificare, sia pure in modo approssimativo, lo stato conoscitivo derivante dai sopra citati studi redatti precedentemente.

Nelle appendici si forniscono i risultati in forma tabellare delle simulazioni svolte e la descrizione del codice di calcolo utilizzato.

Dall'analisi degli allagamenti storici, degli studi pregressi, dettagliatamente analizzati nella presente relazione, e dal modello di simulazione idraulica sviluppato con HEC-RAS qui presentato si evidenzia che intorno all'area in questione nelle condizioni attuali si verificano battenti idrici di poche decine di centimetri rispetto al piano campagna, che interessano Via Giordano Ghilini, i fabbricati immediatamente a monte e a valle e parte di Via Piave, senza giungere all'unico accesso attuale situato lungo Via Piave e quindi senza interessare direttamente l'area oggetto di studio.

Per questo motivo la scelta progettuale di rialzare l'area in esame di 80 cm rispetto al piano stradale di Via Ghilini, fornisce un adeguato franco di sicurezza nei confronti degli allagamenti in relazione a quanto previsto dai modelli idraulici e non modifica le attuali dinamiche di piena nell'area di esondazione.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	5	73



2. ANALISI DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL FIUME PO

L'Autorità di Bacino del Fiume Po, di seguito chiamata AdBPo, ha redatto il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po, di seguito denominato P.A.I.. Alla base del P.A.I. vi è lo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona".

In tale studio vengono analizzati i principali affluenti del Po e i corsi idrici principali della Pianura Padana. Per questi fiumi vengono stimate le portate di piena generalmente a partire da metodi afflussi – deflussi e viene simulato il funzionamento dell'asta fluviale mediante un opportuno software di calcolo (Mike 11), che sia anche in grado di tenere in conto delle laminazioni dovute alle esondazioni.

Le simulazioni idrauliche sono state svolte a partire dal rilievo geometrico dei fiumi, realizzando una serie di sezioni topografiche lungo l'asta fluviale.

Tra i corsi idrici analizzati ricade anche il Lambro, nel cui modello sono state inserite 805 sezioni. L'area interessata dal presente studio ricade tra le sezioni LA 94.2 (a monte, progressiva 56794 m) e LA 94.1 (a valle, progressiva 57047 m) del modello idraulico del P.A.I., come si vede nella successiva figura.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	6	73

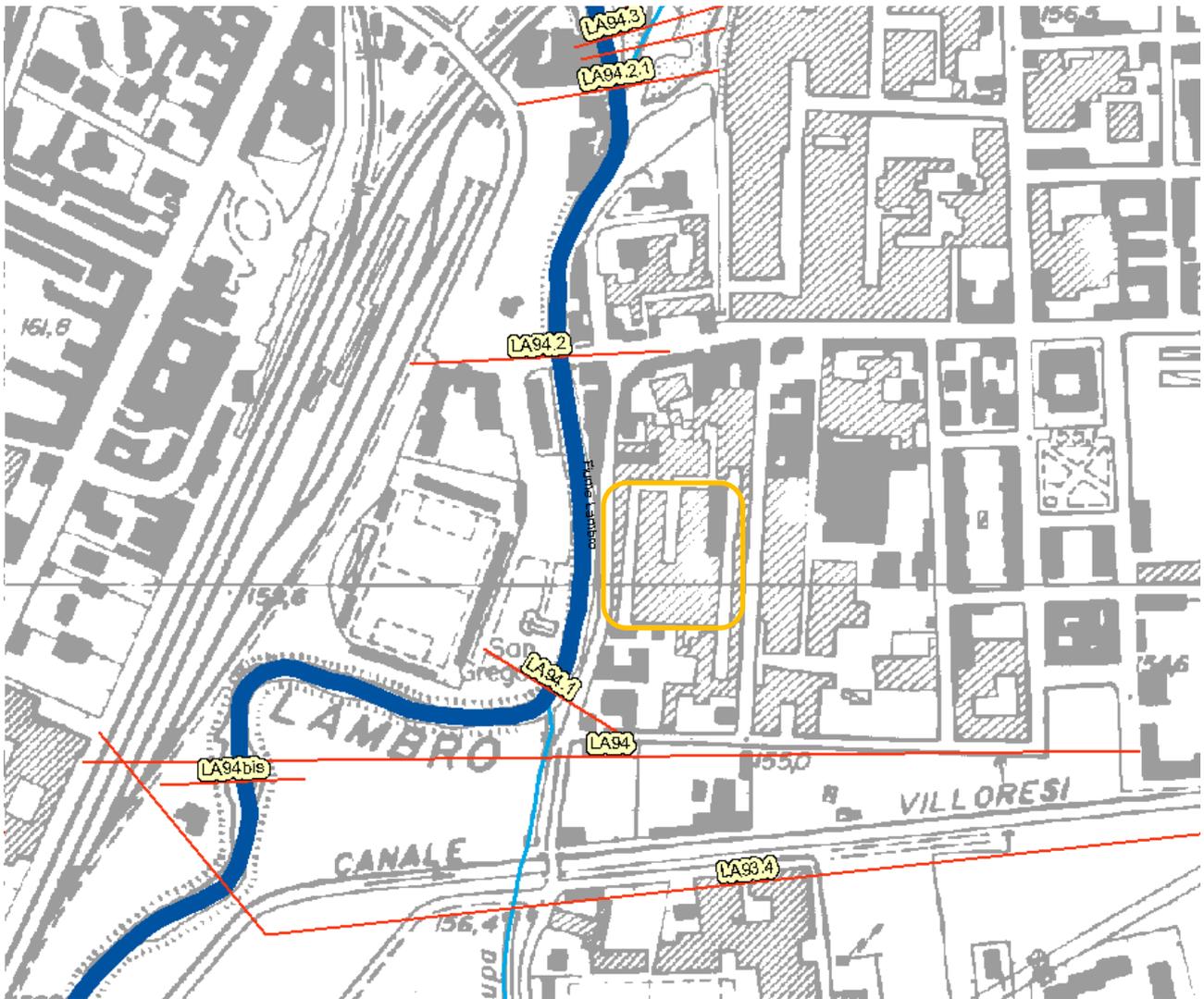


Figura 2.1 - Sezioni rilevate dall'AdBPo e in arancione l'area di intervento.

L'asta fluviale nel tratto di Monza presenta serie problematiche di compatibilità idraulica, che hanno determinato già in passato gravi episodi di allagamento. Per contenere le problematiche di allagamento l'AdBPo ha previsto come intervento difensivo la realizzazione di un by-pass esterno all'abitato di Monza, che sarà in grado di deviare la maggior parte del flusso al di fuori dell'abitato. Questa configurazione viene chiamata, all'interno dello studio dell'AdBPo, di progetto.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	7	73

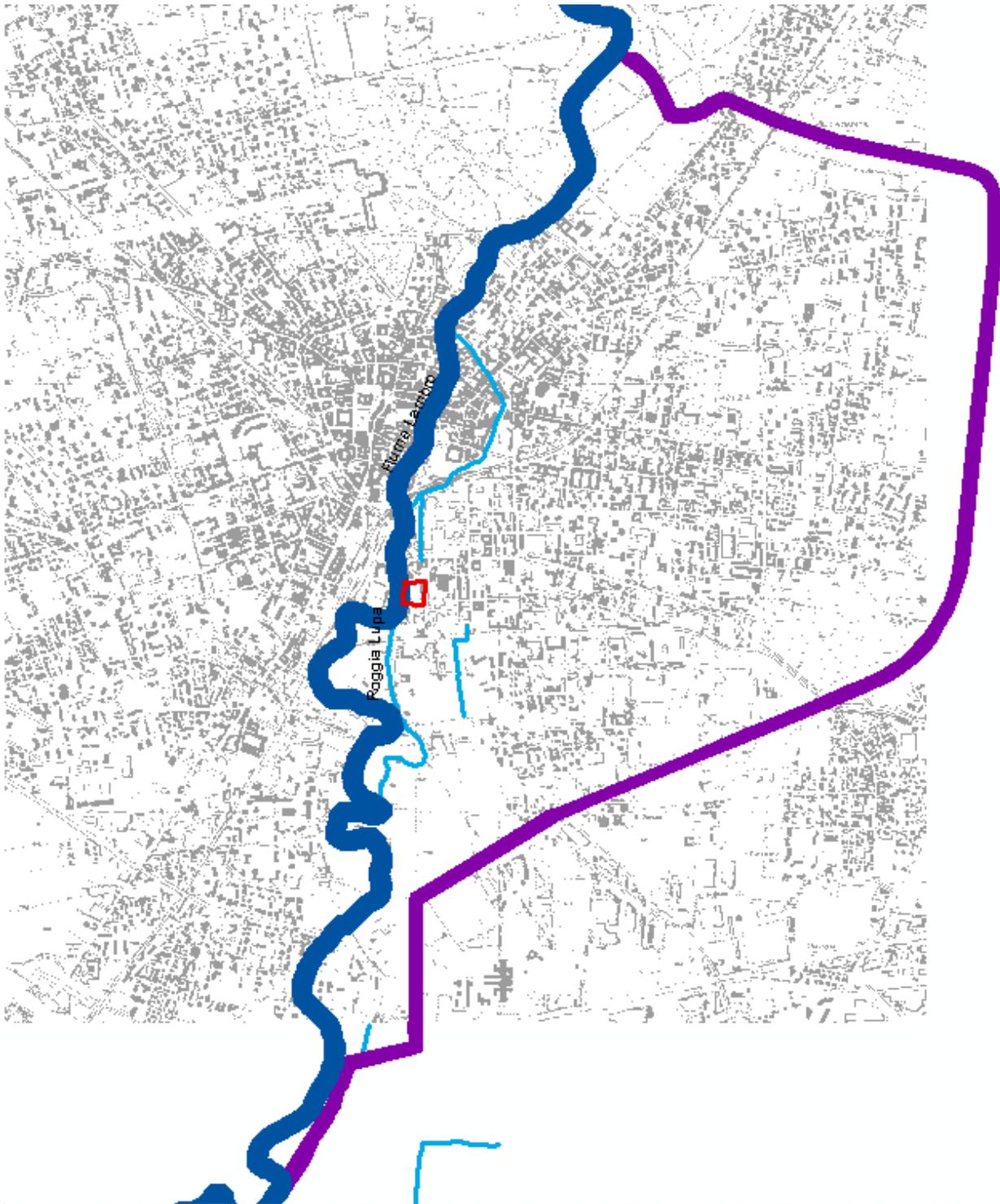


Figura 2.2 - Rappresentazione del diversivo studiato dall' AdBPo (in viola). In blu il Lambro, mentre in rosso l'area di intervento.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	8	73



Le portate di piena stimate dall'AdBPo per la zona esaminata sono riportate nella seguente tabella.

progressiva [m]	Q ₁₀ [m ³ /s]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]	Q _{200progetto} [m ³ /s]
56801	88.5	211.6	229.8 (ramo principale) 3.1 (ramo secondario)	23.8 (ramo principale) 125 (by-pass)
56927	96	213.0	235.2	24.1 (ramo principale) 125 (by-pass)

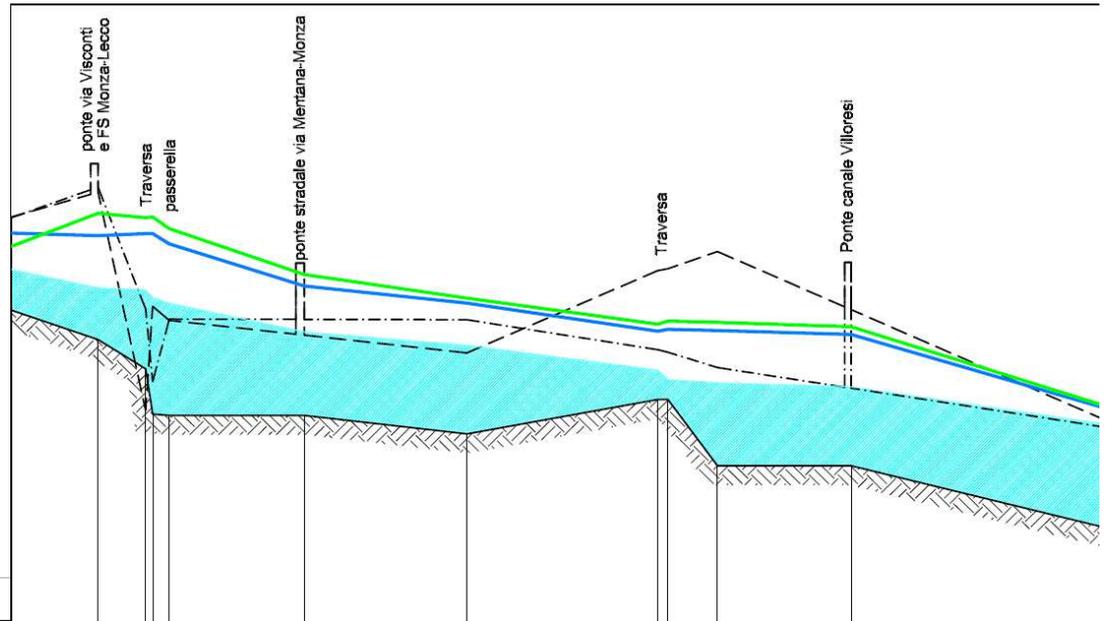
Tab. 2.I - Portate di piena stimate dall'AdBPo per la zona esaminata.

I livelli idrici associati alle piene di riferimento sopra citate sono i seguenti.

sezione	h ₁₀ [m s.m.]	h ₂₀₀ [m s.m.]	h ₅₀₀ [m s.m.]
LA 94.2	155.13	156.58	156.94
LA 94.1	154.71	156.03	156.19

Tab. 2.II - Livelli idrici stimati dall'AdBPo nell'area esaminata.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	9	73



SEZIONI		LA94.6	LA94.5	LA94.3 LA94.3bis LA94.2.1	LA94.2	LA94.1	LA94 LA94bis	LA93.4	LA93.3
PROGRESSIVE (m)		56398	56473	56547 56586 56584	56794	57047	57344 57360	57437	57645
QUOTE TERRENO (m s.l.m.)	Sponda Sinistra	158.74	159.52	152.68 152.95 155.50	157.26	154.47	157.06 157.12	157.66	157.32
	Fondo Alveo	155.82	154.90	153.97 152.95 152.52	152.52	151.93	153.01 153.01	150.93	150.93
	Sponda Destra	158.72	159.68	155.86 153.58 155.53	157.30	155.52	154.57 154.50	154.01	157.18
LIVELLI IDRICI (m s.l.m.)	Piena TR=10 anni	157.10	156.51	156.46 156.23 156.03	155.13	154.71	153.94 153.63	153.53	153.42
	Piena TR=200 anni	156.24	156.17	156.23 156.23 157.90	156.58	156.03	155.15 155.22	155.18	155.05
	Piena TR=500 anni	157.81	158.85	158.73 158.74 158.39	156.94	156.19	155.38 155.48	155.44	155.30

Figura 2.3 - Profili idrici nel tratto esaminato fra la progressiva 56801 e 56927 (da Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona AdBPo)

Le fasce fluviali proposte all'interno del P.A.I. sono riportate nelle successive figure.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	10	73

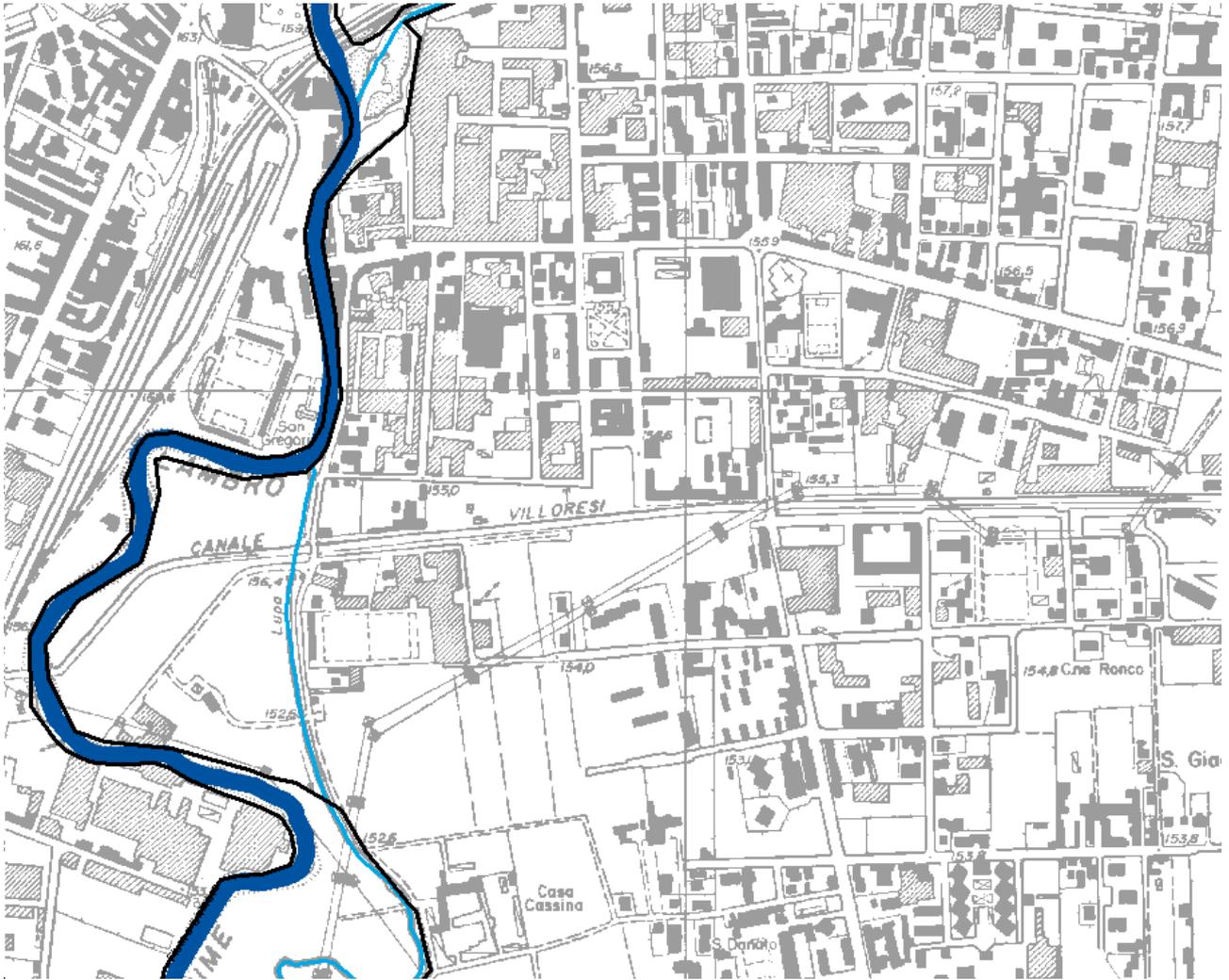


Figura 2.4 - Fascia A del P.A.I. per la zona esaminata (in nero con linea continua).

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	11	73

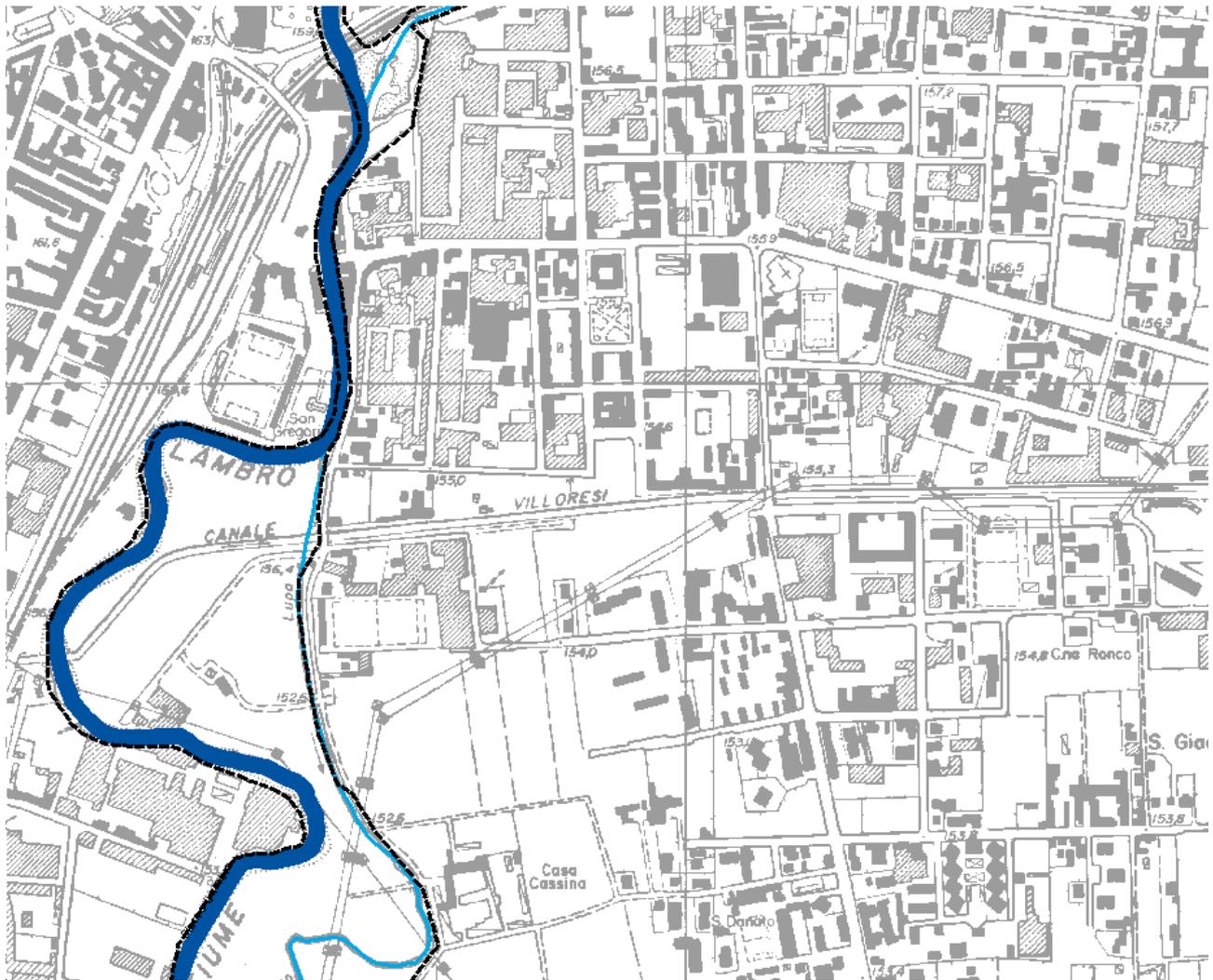


Figura 2.5 - Fascia B del P.A.I. per la zona esaminata (in nero con linea tratteggiata).

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	12	73

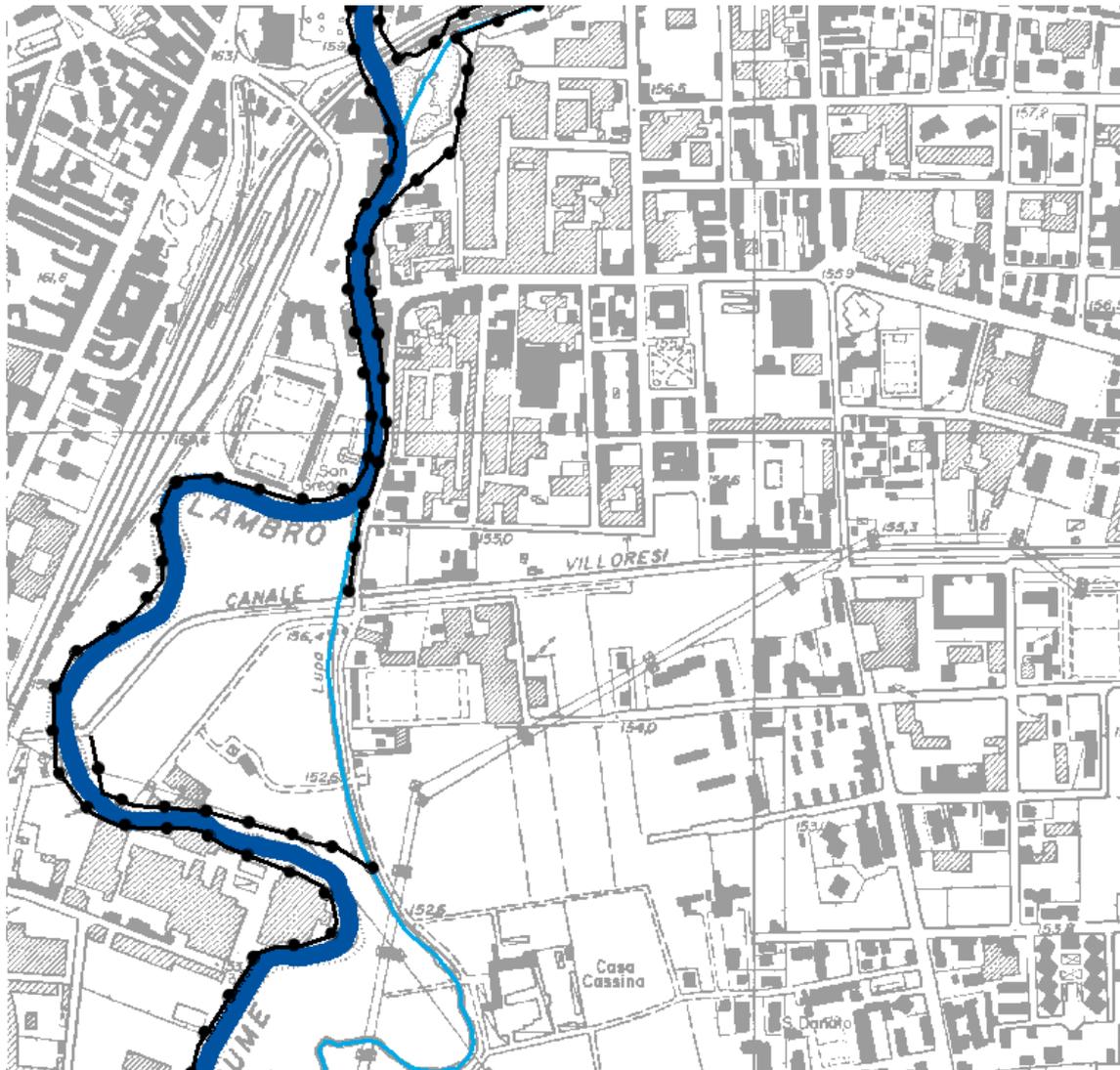


Figura 2.6 - Fascia B di progetto del P.A.I. per la zona esaminata (in nero con linea a pallini).

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	13	73

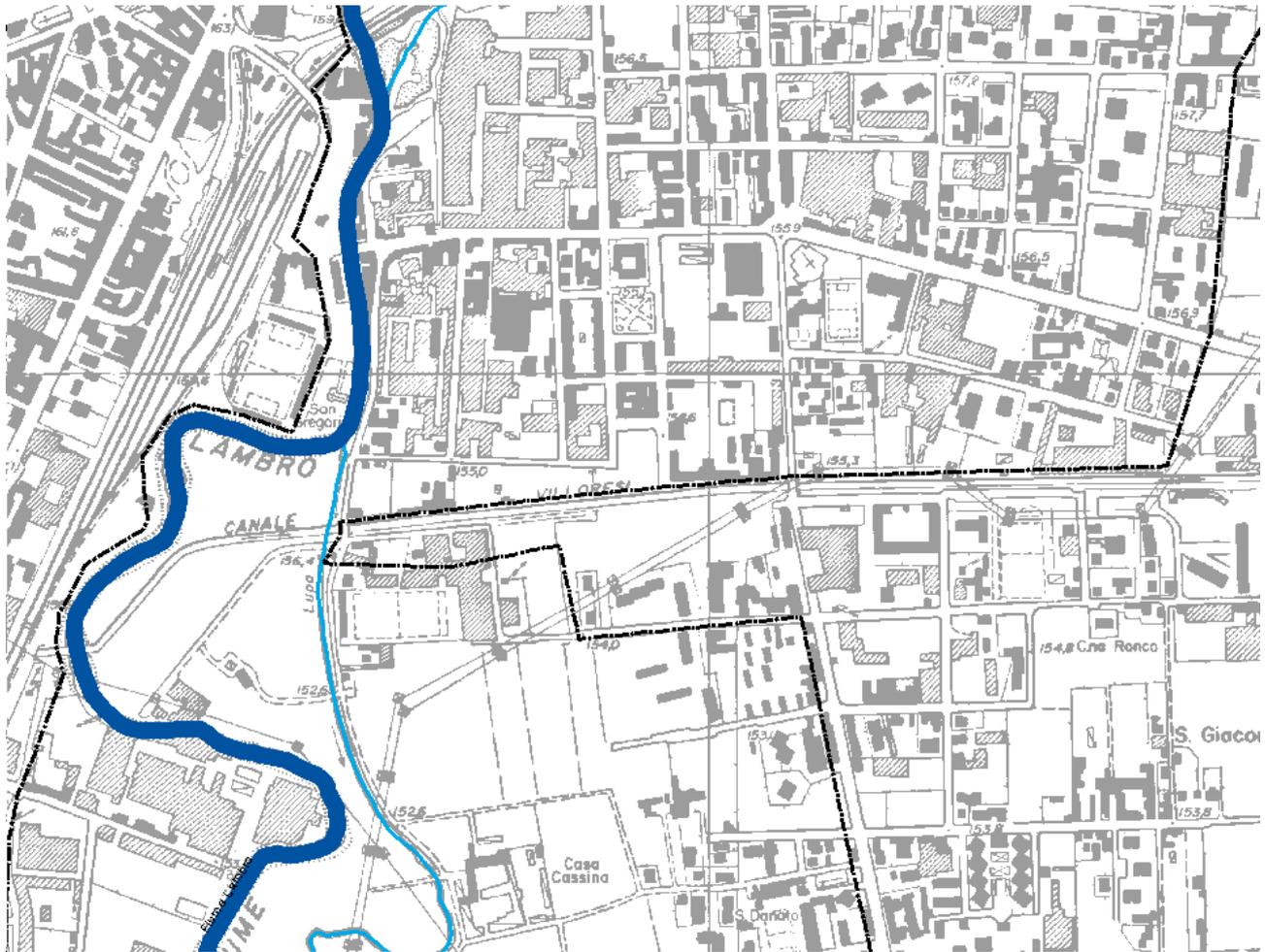


Figura 2.7 - Fascia C del P.A.I. per la zona esaminata (in nero con linea tratto - punto).

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	14	73

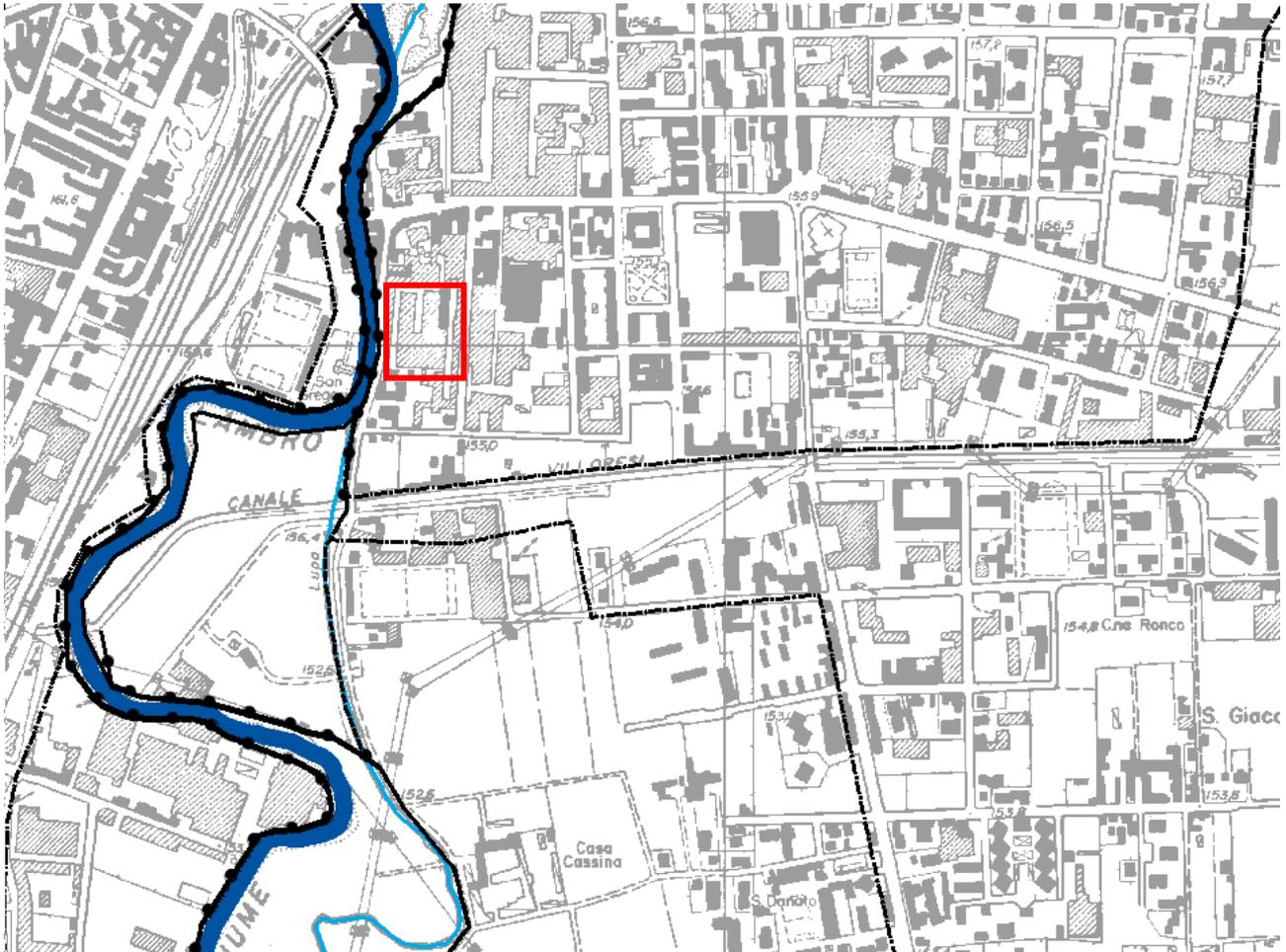


Figura 2.8 - Sovrapposizione delle fasce A, B, B di progetto e C del P.A.I. per la zona esaminata (in rosso).

Come si vede dalla figura precedente la sovrapposizione tra le fasce riportate all'interno del P.A.I. evidenzia sostanzialmente una coincidenza delle fasce A, B e B di progetto nell'area interessata dall'intervento, che risulta esterna a queste fasce. L'area risulta invece contenuta all'interno della fascia C che copre un territorio molto più ampio rispetto alle precedenti.

Gli allagamenti stimati dall'Autorità di Bacino del Fiume Po sono riportati nella successiva figura, dove si nota che l'area interessata dall'intervento non viene interessata da allagamenti con tempo di ritorno di 10 anni, ma al contrario lo è per eventi con tempo di ritorno di 200 e 500 anni.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	15	73

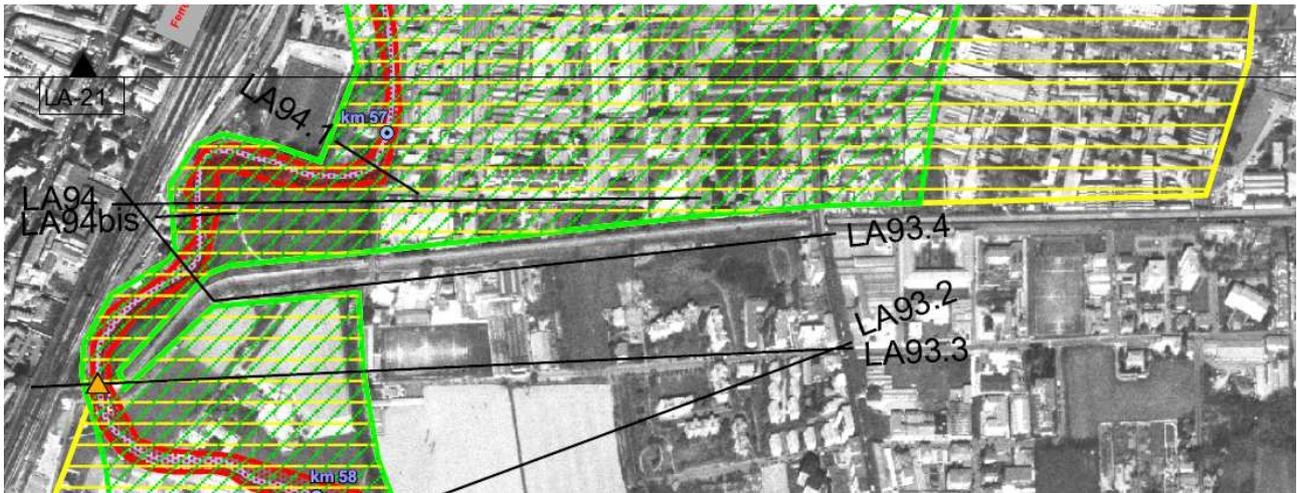


Figura 2.9 - Allagamenti riportati nel P.A.I. dell'AdBPo per tempi di ritorno di 10 (in rosso), 200 (in verde) e 500 anni (in giallo). (da Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona AdBPo)

Nella successiva immagine si mostra l'andamento dei livelli idrici simulato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po nella zona esaminata. Come si può osservare il colmo di piena si presenta particolarmente lungo e questo determina che un eventuale sfioro nel territorio circostante comporta volumi di esondazione molto rilevanti.

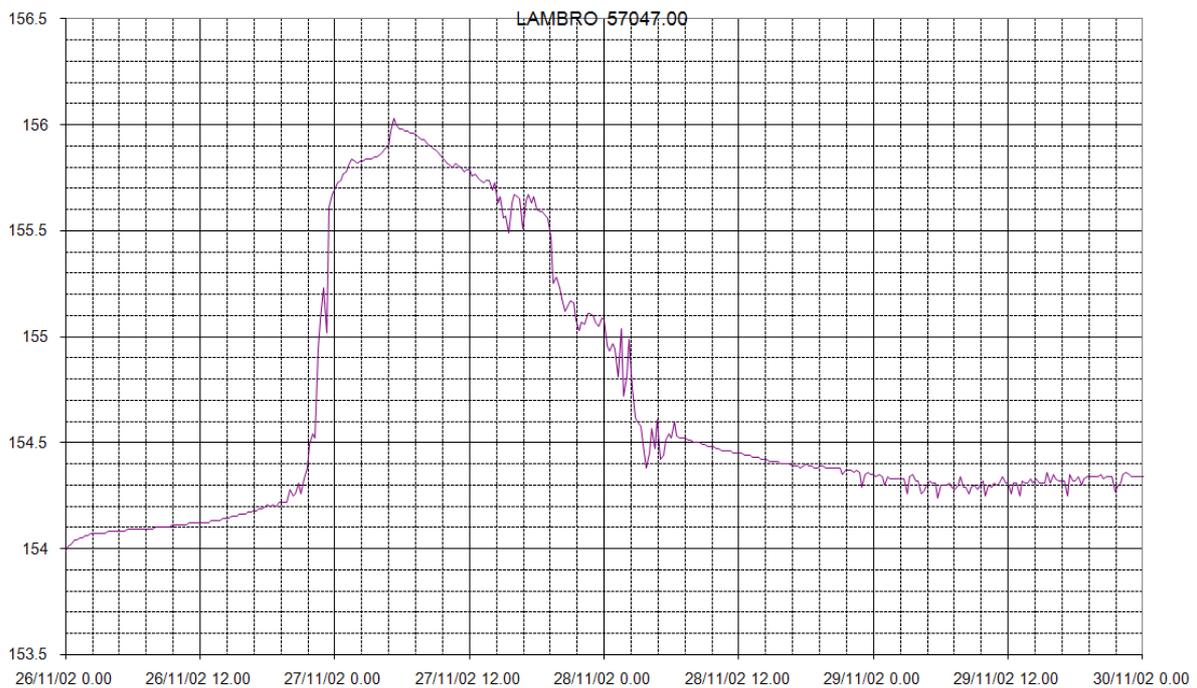


Figura 2.10 - Andamento dei livelli idrici di piena simulato dall'AdBPo per la progressiva 57047 m (sezione LA 94.1) con tempo di ritorno di 200 anni.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	16	73



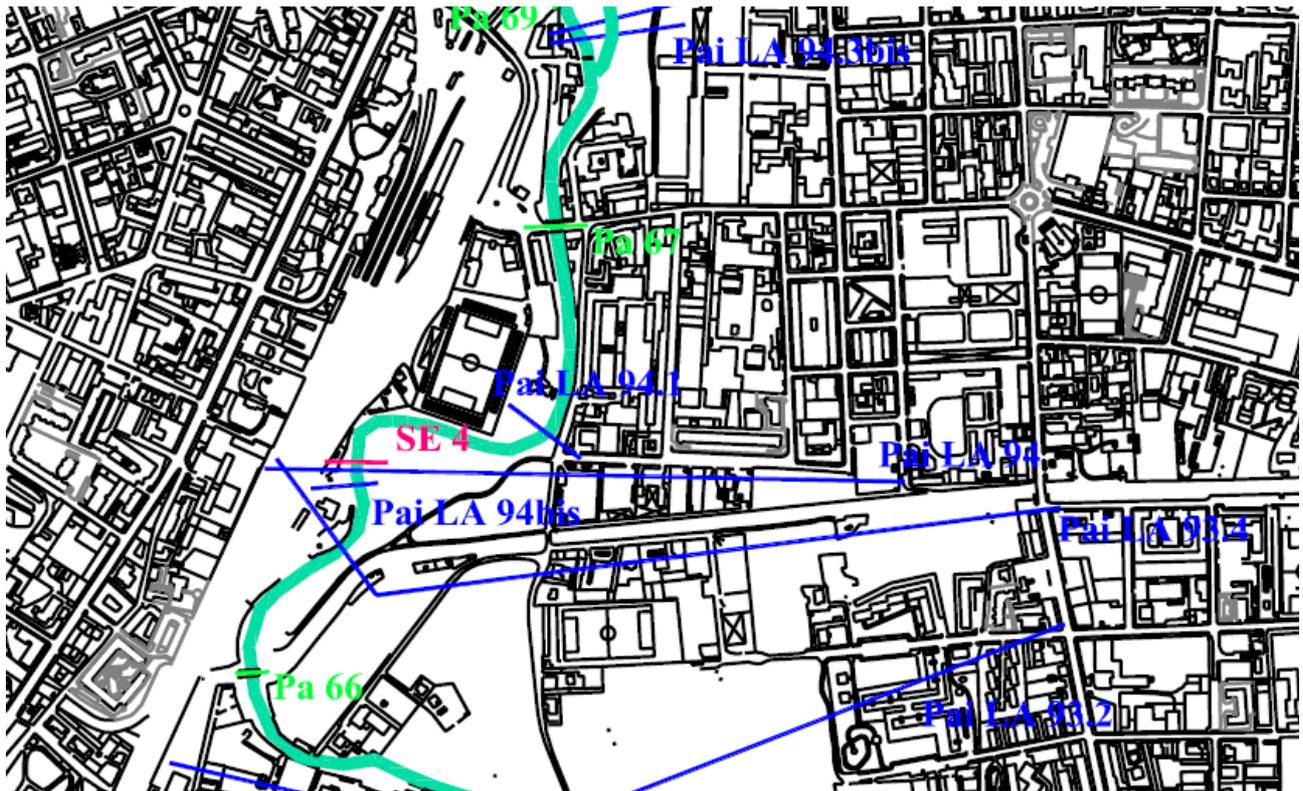
3. ANALISI IDRAULICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DI MONZA

Nel 2003 il Comune di Monza ha commissionato, nell'ambito dello sviluppo del Piano di Governo del Territorio (P.G.T.) alla REA Società cooperativa s.r.l. lo studio idraulico di dettaglio sulle piene del fiume Lambro e la zonazione del rischio nei territori della fascia C del P.A.I. e della fascia A e B ricadenti all'interno del centro edificato. Tale studio viene allegato all'interno della "Componente geologica, idrogeologica e sismica".

Dapprima lo studio sopra citato riporta un'analisi bibliografica dei principali studi eseguiti sul tratto di Lambro di interesse. A partire dagli studi pregressi viene anche riportata una caratterizzazione geometrica che comprenda tutti i rilievi eseguiti sino ad allora sul Lambro. Con tali sezioni è stato ricostruito un modello monodimensionale del Lambro in HEC-RAS. Il modello risulta dunque differente da quello P.A.I. che raccoglie solo le sezioni rilevate dall'AdBPo. L'area oggetto di intervento ricade tra le sezioni Pa67 e P.A.I. LA 94.1.

Come dati di portata sono stati invece utilizzati quelli calcolati all'interno dello studio "Perimetrazione aree a rischio idraulico ai sensi della legge 267/98 – Fiume Lambro a valle di Villasanta (MI)" redatto da Studio Paoletti Ingegneri Associati nel Settembre 1999.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	17	73



legenda

- Pai LA Sezione Pai 2001
- PL Sezione Piano Lambro 1986
- PA Sezione Paoletti 1999
- SE Sezione Soilexpert 2002

Figura 3.1 - Sezioni utilizzate nel modello idraulico della Relazione idraulica allegata alla Componente Geologica del P.G.T. di Monza, 2004.

Per l'area esaminata viene utilizzata una portata con tempo di ritorno di 200 anni pari a 220 m³/s. Il pelo libero presenta una quota di 155.65 m s.l.m. (sezione P.A.I. LA 94.1) e 156.66 m s.l.m. (sezione Pa 67).

Le simulazioni vengono anche svolte con tempi di ritorno di 100 e 500 anni e pure nel caso in cui vengano adottati gli interventi previsti dal P.A.I., che realizzeranno una serie di interventi a monte e un by-pass in grado di abbattere la portata transitante a Monza sino a 165 m³/s (somma del

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	18	73



by-pass e del ramo principale) e il tirante a 155.46 m s.l.m. alla sezione P.A.I. LA 94.1 e 156.16 m s.l.m. alla sezione Pa 67.

LAMBRO	Valle	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q _{200 progetto}
-1	PAI LA 94.3	204	220	250	165
-2	PAI LA 94.3bis	204	220	250	165
-3	PA 67 Monte	204	220	250	165
-3.5	PA 67 Valle	204	220	250	165
-4	PAI LA 94.1	204	220	250	165

Tab. 3.I - Quadro delle portate utilizzate per le simulazioni idrauliche (da Relazione idraulica allegata alla Componente Geologica del P.G.T. di Monza, 2004)

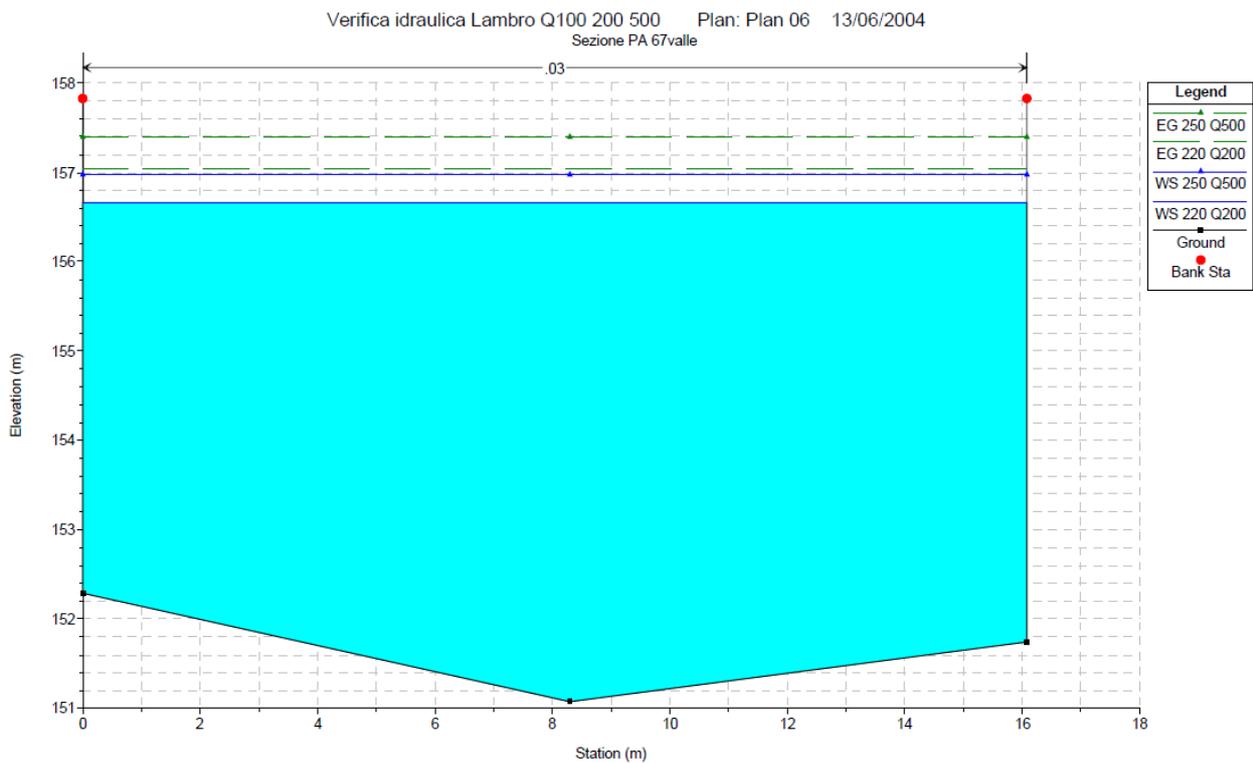


Figura 3.2 - Simulazione idraulica presso la sezione Pa 67. (da Relazione idraulica allegata alla Componente Geologica del P.G.T. di Monza, 2004)

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	19	73

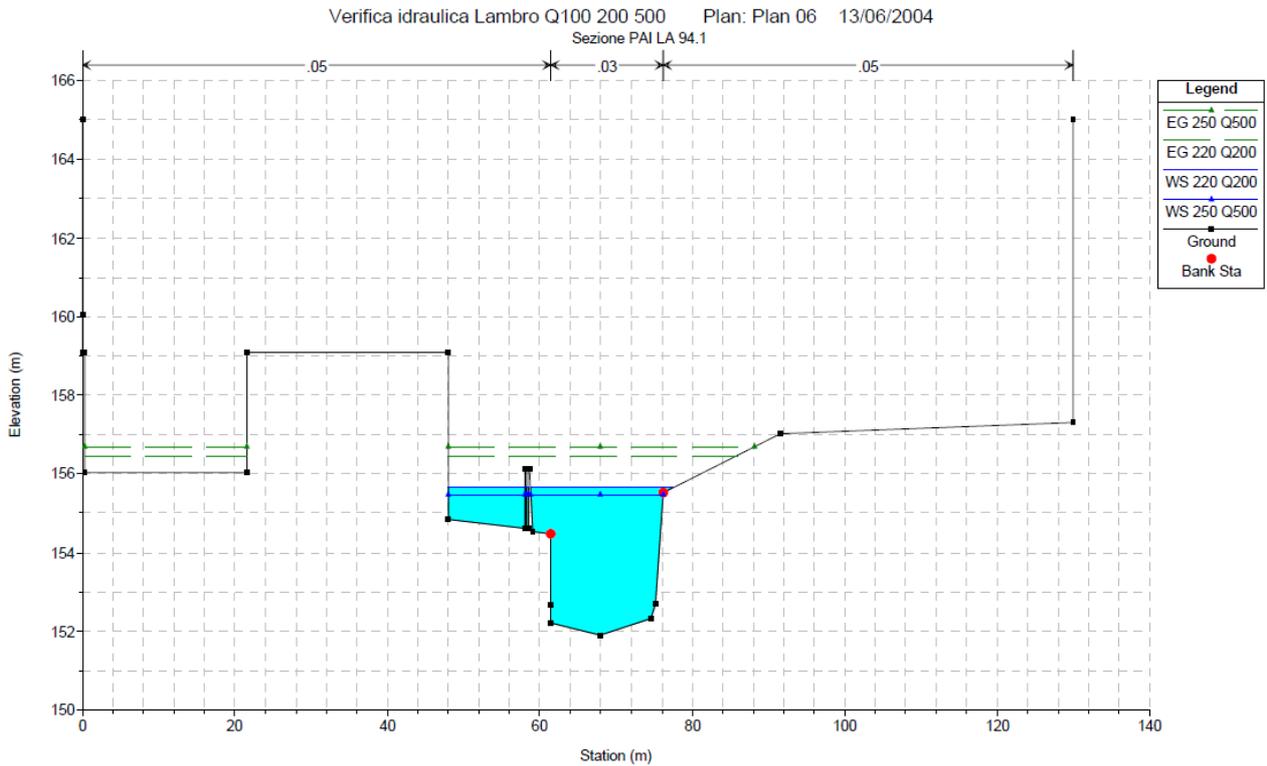
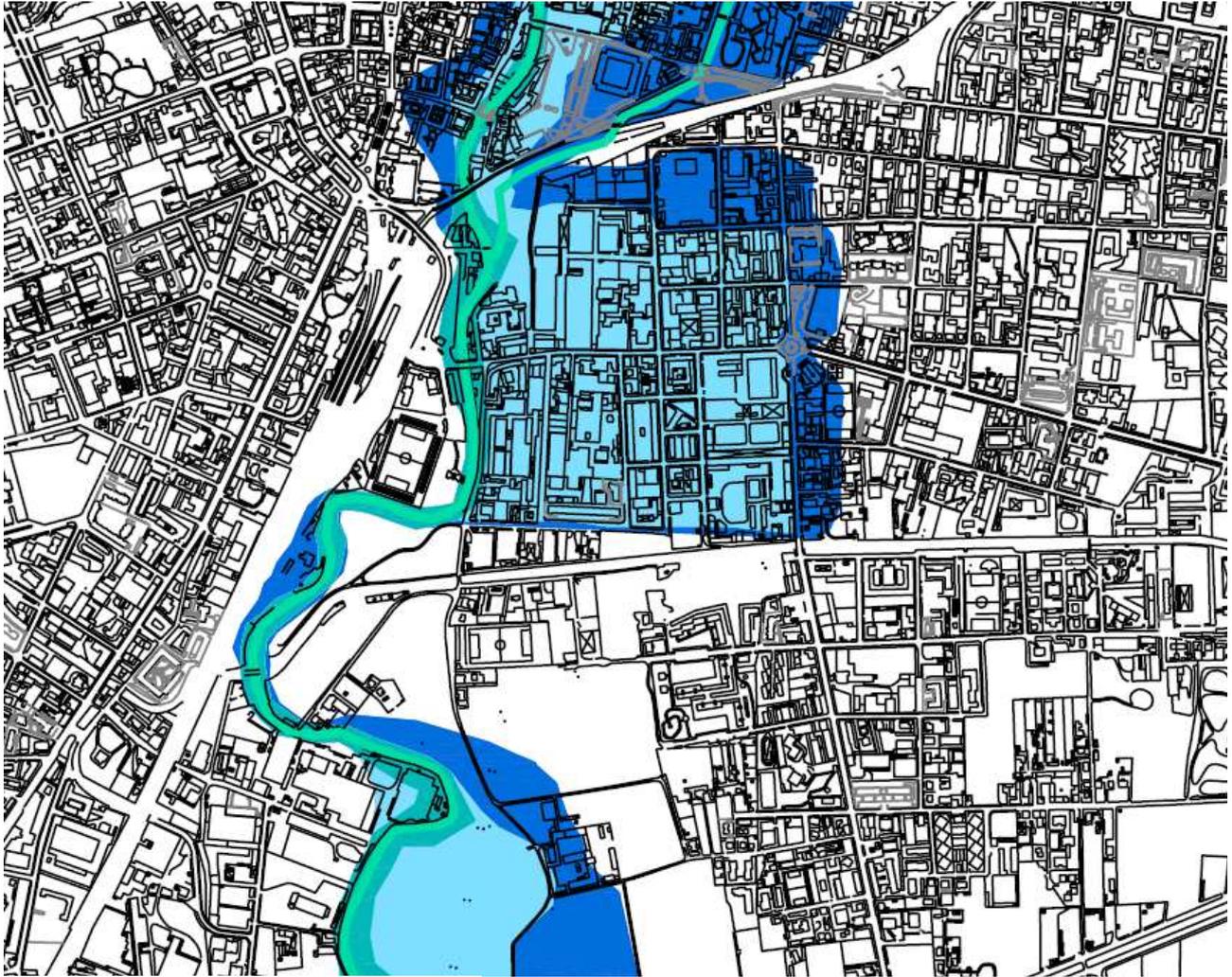


Figura 3.3 - Simulazione idraulica presso la sezione P.A.I. LA 94.1. (da Relazione idraulica allegata alla Componente Geologica del P.G.T. di Monza, 2004)

L'analisi con modello monodimensionale ha portato alla nuova ridelimitazione delle fasce fluviali, come sotto riportato. Si nota un aumento della superficie occupata dalla fascia B rispetto a quella considerata dal P.A.I., mentre una riduzione della fascia C.

Nelle successive figure si mostra anche il confronto tra la nuova ridelimitazione delle fasce e quelle del P.A.I. vigente (in data della redazione dello studio idraulico del P.G.T.) e quelle della variante del P.A.I..

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	20	73

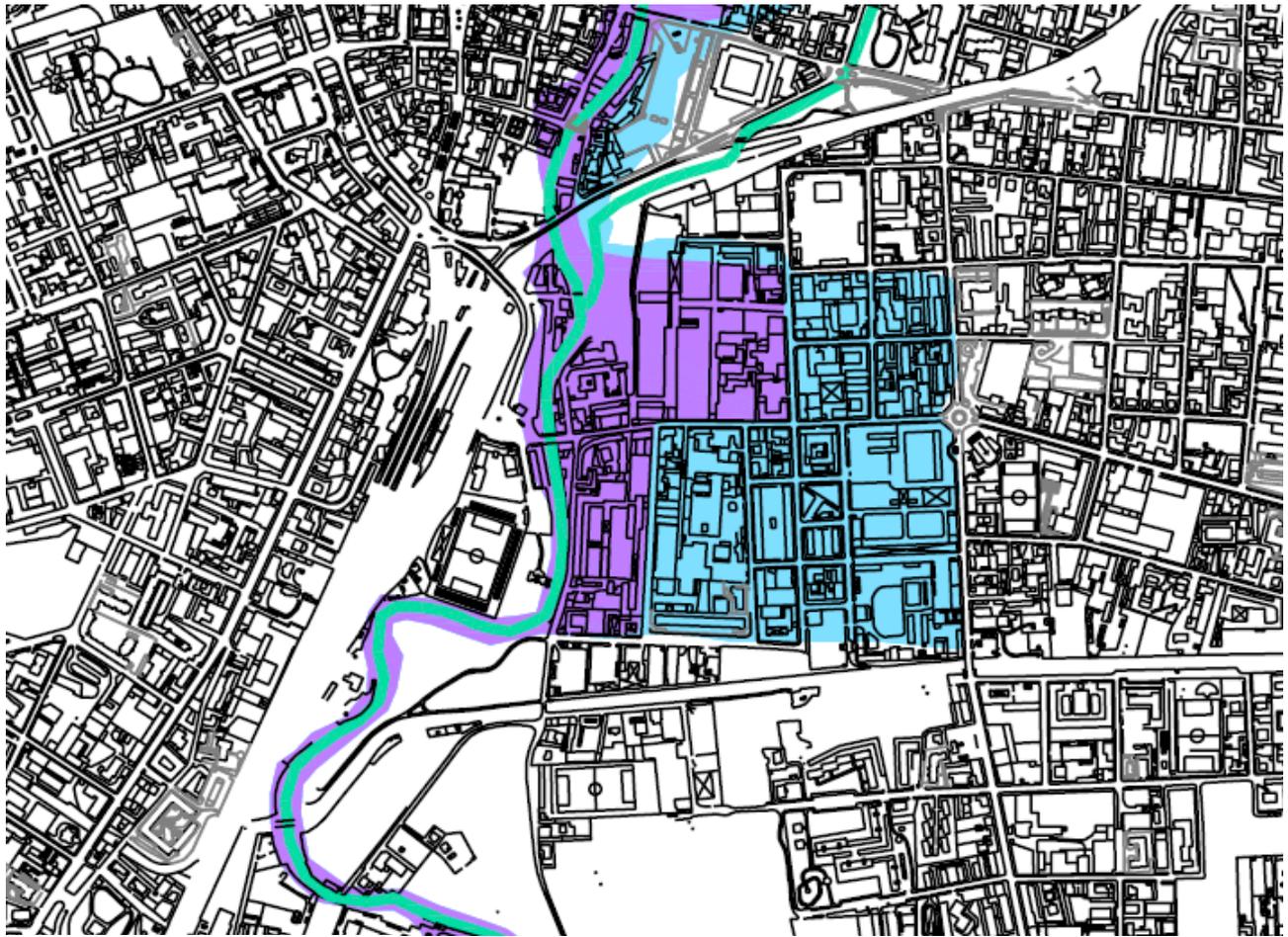


legenda

-  Limite fascia A
-  Limite piena duecentenaria - fascia B
-  Limite piena cinquecentenaria Fascia C

Figura 3.4 - Identificazione delle fasce fluviali ridefinite nell'ambito della Relazione idraulica allegata alla Componente Geologica del P.G.T. di Monza, 2004.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	21	73



legenda



Figura 3.5 - Identificazione delle fasce fluviali ridefinite nell'ambito della Relazione idraulica allegata alla Componente Geologica del P.G.T. di Monza, 2004.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	22	73

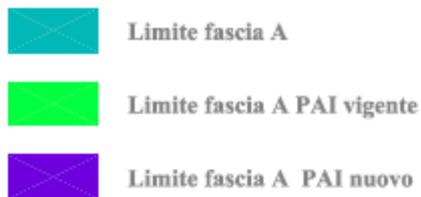
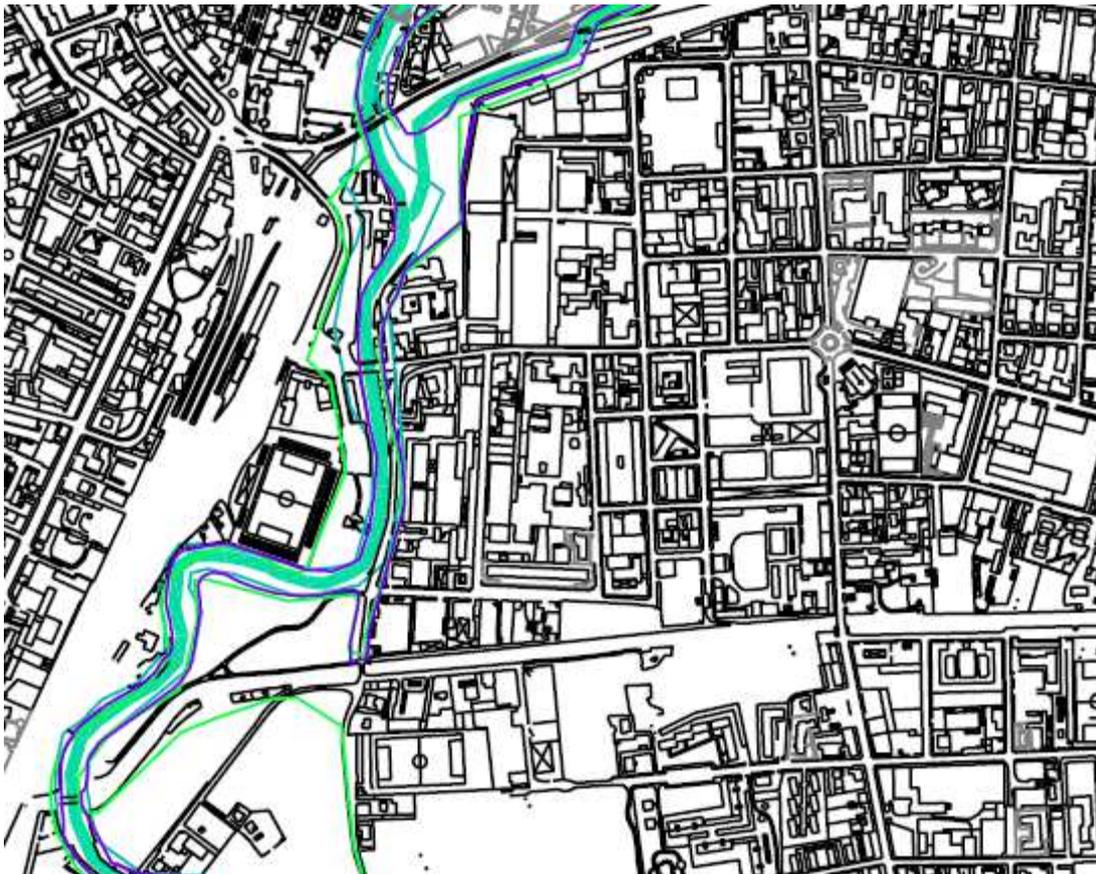


Figura 3.6 - Confronto tra la fascia A del P.A.I. e quella ridefinita nell'ambito della Relazione idraulica allegata alla Componente Geologica del P.G.T. di Monza, 2004.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	23	73

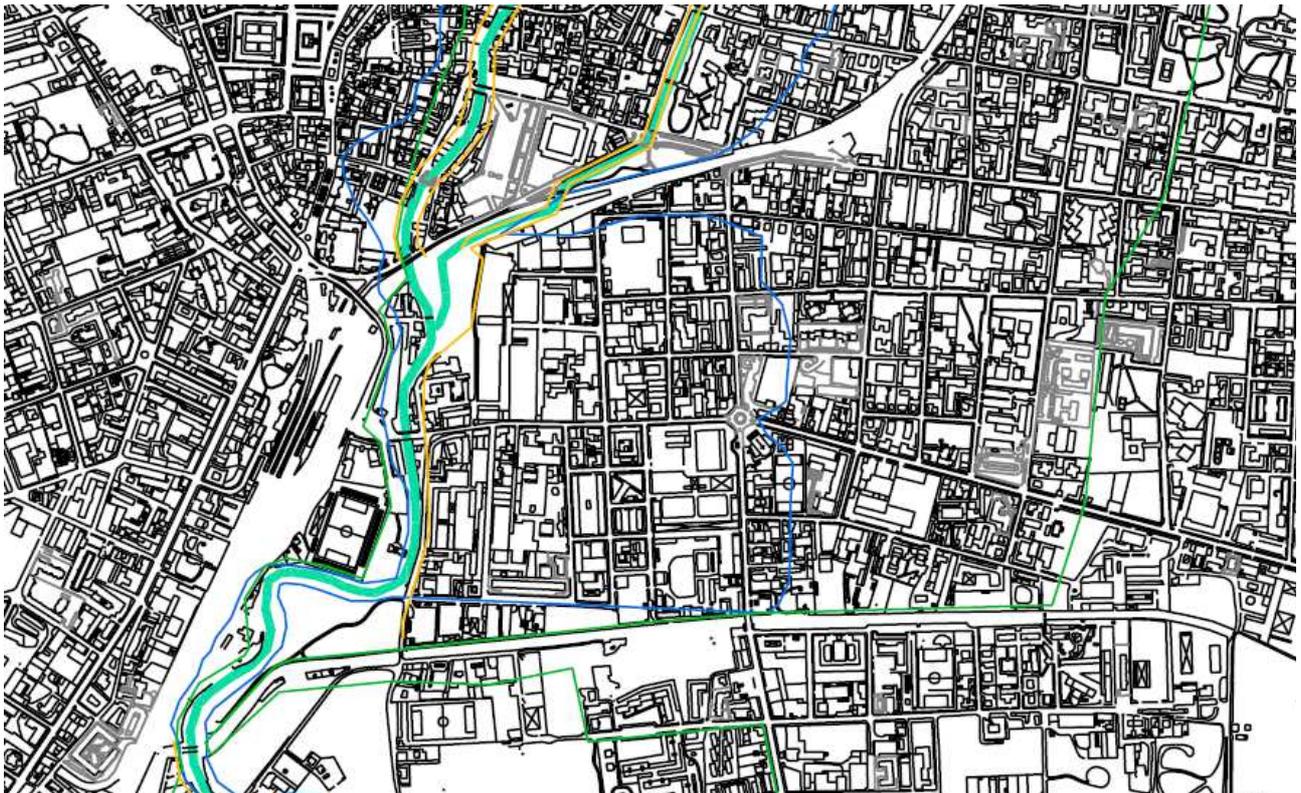


legenda

-  Limite fascia B
-  Limite fascia B PAI vigente
-  Limite fascia B PAI nuovo

Figura 3.7 - Confronto tra la fascia B del P.A.I. e quella ridefinita nell'ambito della Relazione idraulica allegata alla Componente Geologica del P.G.T. di Monza, 2004.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	24	73



legenda



Limite fascia C



Limite fascia C PAI vigente



Limite fascia A PAI nuovo

Figura 3.8 - Confronto tra la fascia C del P.A.I. e quella ridefinita nell'ambito della Relazione idraulica allegata alla Componente Geologica del P.G.T. di Monza, 2004.

Come si vede nella successiva figura l'area oggetto di intervento è situata in una zona nella quale si sono avuti allagamenti nel mese di Novembre 2002.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	25	73



LEGENDA

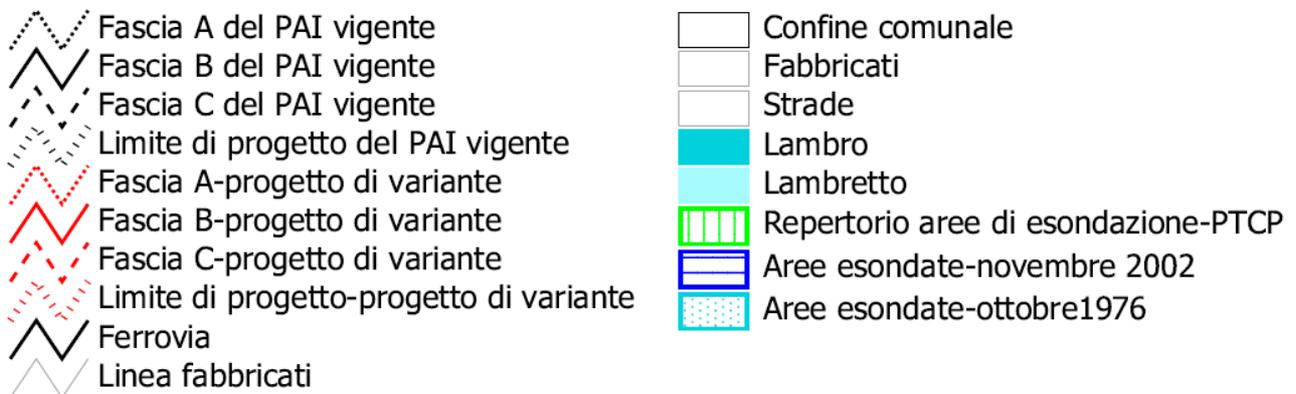


Figura 3.9 - Carta con individuazione delle aree allagabili. (da Relazione idraulica allegata alla Componente Geologica del P.G.T. di Monza, 2004)

Lo studio riporta le seguenti prescrizioni e considerazioni sull'area oggetto del presente progetto.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	26	73



Per quanto riguarda invece la zona compresa tra il canale Villoresi e via Mentana, occorre dire che non sono stati segnalati allagamenti durante le piene storiche.

Per quanto appena detto, nel solo centro edificato (centro storico e area tra Canale Villoresi e via Mentana), si ritengono ammissibili gli interventi di urbanizzazione a patto che vengano messi in atto accorgimenti costruttivi che impediscano danni a beni e strutture e/o consentano la facile e immediata evacuazione dell'area inondabile da parte di persone e beni mobili.

Oltre alla delimitazione delle fasce fluviali, all'interno dello studio idraulico, viene calcolata la pericolosità idraulica. Si riporta nel seguito un breve estratto del citato studio e la cartografia allegata.

La classificazione della pericolosità idraulica, condotta seguendo le prescrizioni del DGR n. 7/7365 dell' 11 dicembre 2001, individua come parametri per la valutazione del rischio la probabilità dell'evento, il tirante idrico e la velocità.

La definizione delle aree esondabili, oggetto della prima parte del presente studio, rappresenta di per sé una determinazione della probabilità di esondazione del fiume, legata a tempi di ritorno di 200 e 500 anni.

Analizzando la velocità, spesso molto bassa e con distribuzione spaziale poco variabile in relazione alla morfologia pianeggiante del territorio comunale, si è ritenuto, senza timore d'incorrere in errore, di considerare alla base dell'analisi il massimo tirante idrico registrato nel corso dell'evento.

Pertanto, la zonazione è stata condotta individuando quattro classi di pericolosità per ognuna delle due aree (fascia B e CQ200 Q500) interessate dalle piene duecentenaria e cinquecentenaria.

Si è fatto riferimento a quattro classi di pericolosità a gravità crescente alle quali sono state attribuite le seguenti definizioni:

- | | | |
|------------------|-----|-------------------------|
| 1- Moderato | P1: | tirante < 0.3 m |
| 2- Medio | P2: | 0.3 m < tirante < 0.6 m |
| 3- Elevato | P3: | 0.6 m < tirante < 1.0 m |
| 4- Molto elevato | P4: | tirante > 1.0 m |

Tali limiti di tiranti sono stati definiti a seguito dell'analisi cartografica delle aree esondabili.

A seguito di una discretizzazione dell'area per tiranti si sono individuati i limiti (da 0 a 2.2 m) e in base all'estensione di tali aree si è ritenuto ragionevole provvedere ad una suddivisione delle classi di rischio come precedentemente evidenziato.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	27	73



legenda

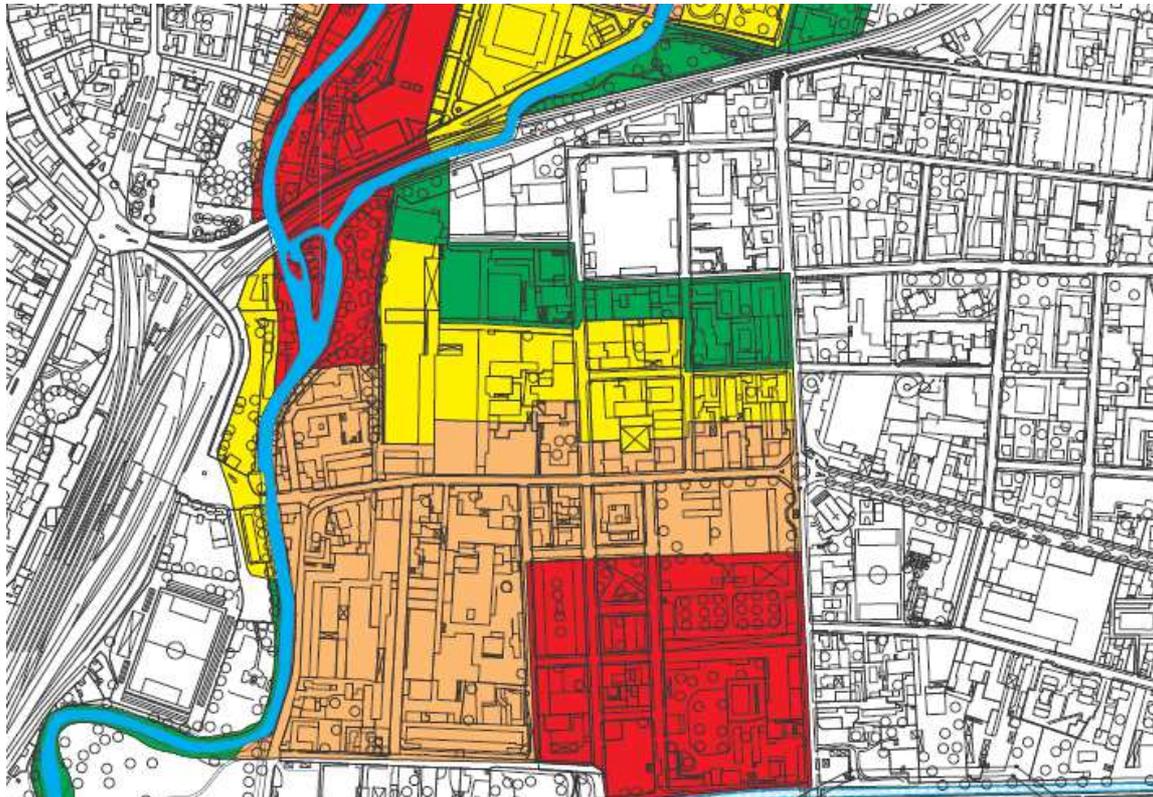
-  Indice di pericolosità P1
-  Indice di pericolosità P2
-  Indice di pericolosità P3
-  Indice di pericolosità P4

Figura 3.10 - Indice di pericolosità riferito ad una piena con tempo di ritorno di 200 anni. (da Relazione idraulica allegata alla Componente Geologica del P.G.T. di Monza, 2004)

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	28	73



L'area oggetto del presente progetto ricade nella classe di rischio R3, ovverosia "Rischio elevato", cioè con tiranti compresi tra 0.6 m e 1.0 m per piene con tempo di ritorno di 200 anni. In queste zone sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi e interruzione delle attività socio economiche, danni al patrimonio culturale.



LEGENDA

-  **Classe R1 - rischio moderato**
per il quale sono possibili danni sociali ed economici marginali
-  **Classe R2 - rischio medio**
per il quale sono possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio economiche
-  **Classe R3 - rischio elevato**
per il quale sono possibili per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi e interruzione delle attività socio economiche, danni al patrimonio culturale
-  **Classe R4 - rischio molto elevato**
per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale

Figura 3.11 - Zonazione del rischio idraulico. (da Relazione idraulica allegata alla Componente Geologica del P.G.T. di Monza, 2004)

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	29	73



All'interno dello studio allegato al P.G.T. vengono riportate le seguenti possibili misure atte a mitigare il rischio.

		R1	R2	R3	R4
A	Misure per evitare il danneggiamento dei beni e delle strutture:			X	X
A1	Realizzare le superfici abitabili, le aree sede dei processi industriali, degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiali sopraelevate rispetto al livello della piena di riferimento, evitando in particolare la realizzazione di piani interrati			X	X
A2	Realizzare le aperture degli edifici poste sotto il livello di piena di riferimento a tenuta stagna; disporre gli ingressi in modo che non siano perpendicolari al flusso principale della corrente			X	X
A3	Progettare la viabilità minore interna e la disposizione dei fabbricati così da limitare allineamenti di grande lunghezza nel senso di scorrimento delle acque, che potrebbero indurre la creazione di canali di scorrimento a forte velocità				X
A4	Progettare la disposizione dei fabbricati in modo da limitare la presenza di lunghe strutture trasversali alla corrente principale				X
A5	Favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo	X*	X*	X*	X*
B	Misure atte a garantire la stabilità delle fondazioni		X	X	X
B1	Opere drenanti per evitare le sottopressioni idrostatiche dei terreni di fondazione			X	X
B2	Opere di difesa per evitare i fenomeni di erosione delle fondazioni superficiali			X	X
B3	Fondazioni adatte a limitare i fenomeni di cedimento o rigonfiamento di suoli coesivi		X	X	X
C	Misure per facilitare l'evacuazione di persone e beni in caso di inondazione	X	X	X	X

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	30	73



C1	Uscite di sicurezza situate sopra il livello della piena centennale aventi dimensioni sufficienti per l'evacuazione di persone e beni verso l'esterno o verso i piani superiori			X	X
C2	Vie di evacuazione situate sopra il livello di piena			X	X
D	Utilizzo di materiali e tecnologie costruttive che permettano alle strutture di resistere alle pressioni idrostatiche			X	X
E	Utilizzo di materiali per costruzioni poco danneggiabili al contatto con l'acqua			X	X

* si intendono escluse le aree esterne ai centri edificati che invece possono essere utilizzate, previa verifica della spinta dell'acqua sulle eventuali opere, come naturali casse d'espansione delle piene.

Tab. 3.II - Possibili misure di mitigazione del rischio idraulico. (da Relazione idraulica allegata alla Componente Geologica del P.G.T. di Monza, 2004)

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	31	73

4. STUDIO PACHECO

Nel 2008 il Comune di Monza ha commissionato allo Studio Pacheco la realizzazione di un modello idraulico bidimensionale di dettaglio per valutare la rispondenza delle previsioni urbanistiche con la piena con tempo di ritorno di 200 anni. All'interno di tale studio sono dunque stati valutati gli allagamenti e le dinamiche di esondazione per l'intero territorio di Monza.

Il modello bidimensionale è stato "tarato" sulla base degli allagamenti osservati durante l'evento di piena del 2002 come riportato nella successiva figura.

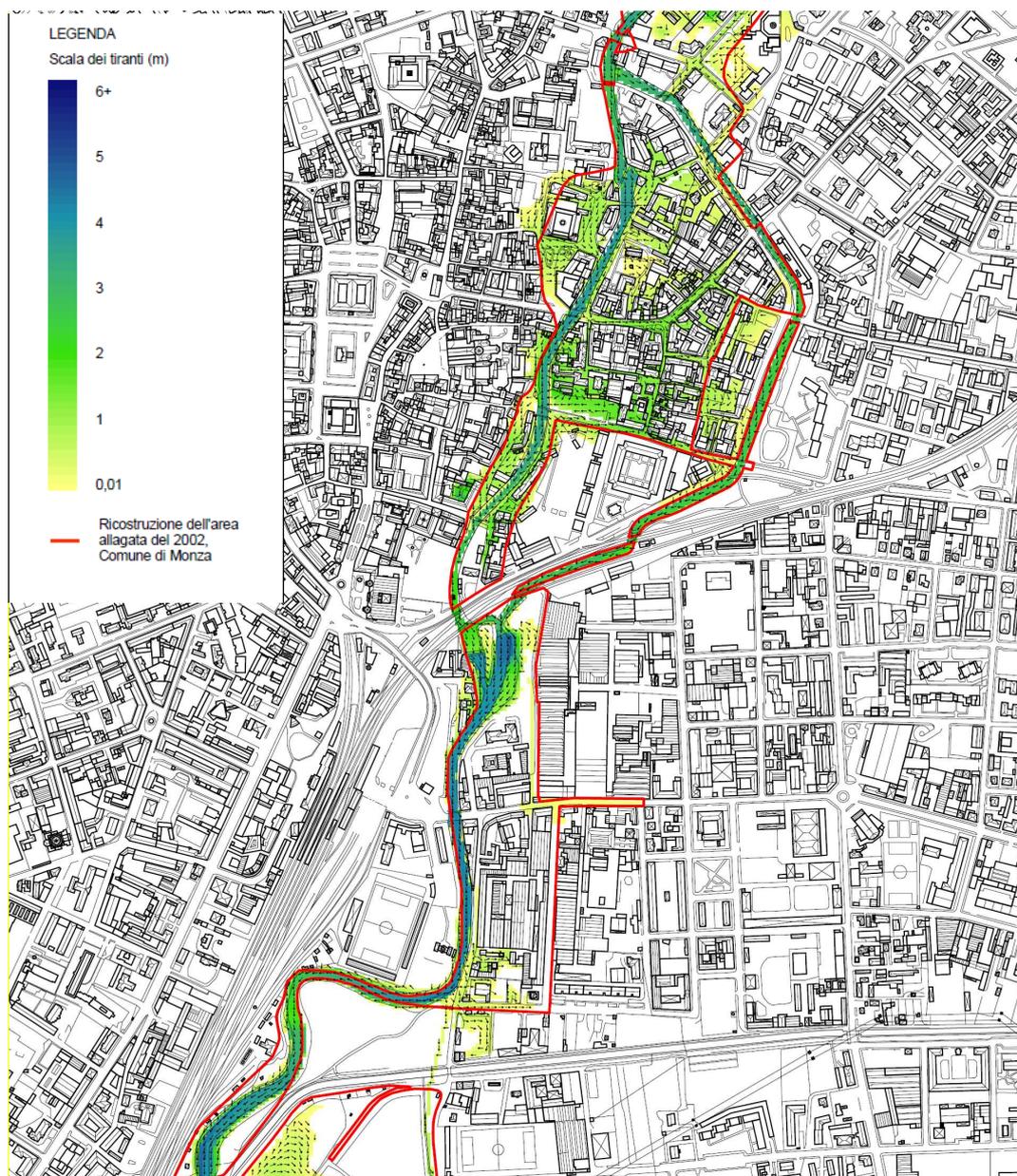


Figura 4.1 - Ricostruzione della piena 2002 effettuata con il modello idraulico (da Studio Pacheco)

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	32	73



All'interno di tale studio sono quindi stati valutati gli allagamenti e le dinamiche di esondazione per l'intero territorio di Monza per la piena di progetto.

A partire da queste informazioni sono stati proposti alcuni interventi per mitigare gli impatti della piena.



Figura 4.2 - Rappresentazione dei tiranti idrici nel territorio di Monza. In rosso l'area in esame all'interno del presente studio. (da Studio Pacheco)

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	33	73



Figura 4.3 - Analisi delle zone allagate per tempo di ritorno di 200 anni nello stato di fatto. (da Studio Pacheco)

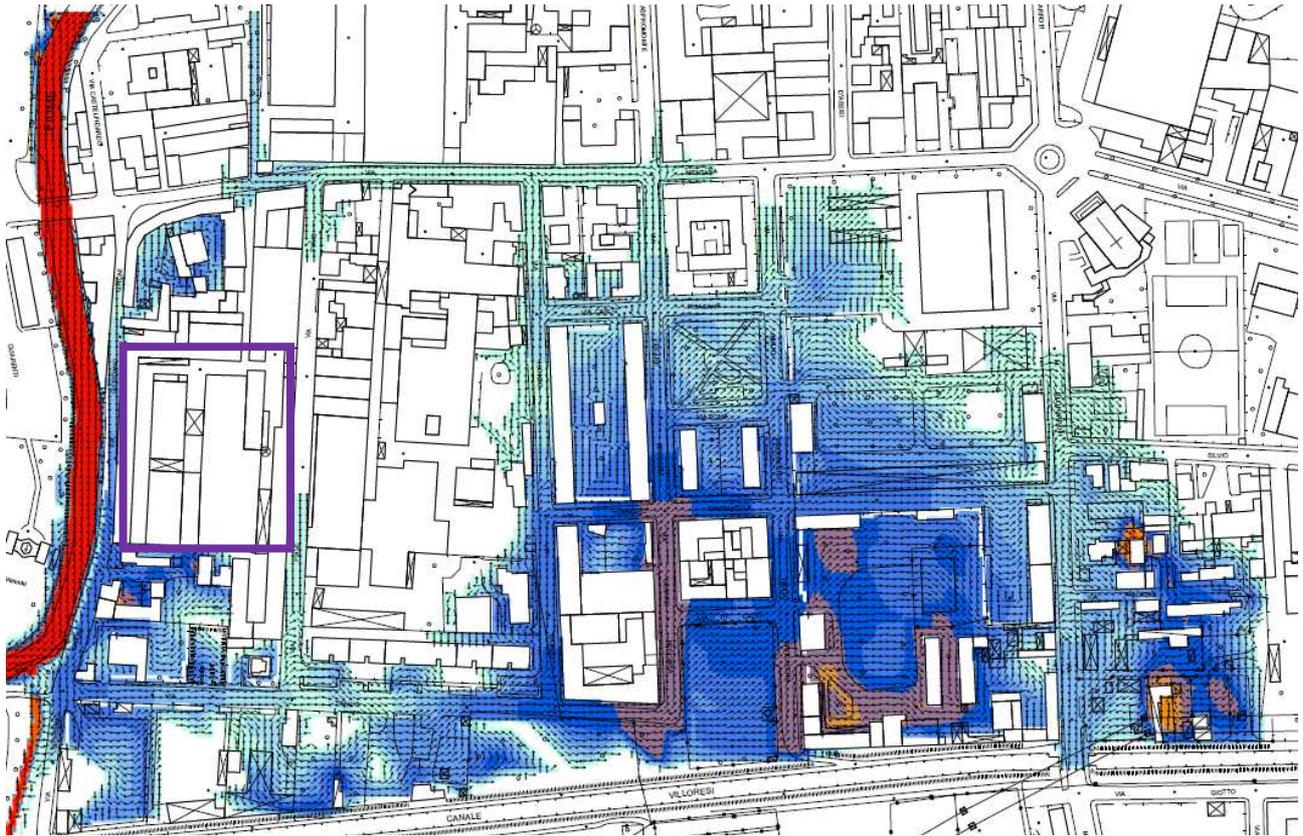
Più di recente è stata redatta da parte di Studio Pacheco anche un'analisi di dettaglio dell'area dove si concentra l'intervento presentato all'interno di questo studio. La simulazione è stata svolta sia ante operam che post operam, ipotizzando un rialzamento dell'intera area oggetto di intervento.

Nelle successive figure si mostra il risultato della simulazione bidimensionale.

Le simulazioni svolte sono in buon accordo con quanto analizzato mediante l'analisi svolta all'interno di questo studio e in base alle osservazioni raccolte in campo:

- il muretto di Via Ghilini è insufficiente;
- la Roggia Lupa costituisce un punto di ingresso delle acque del Lambro;
- Via Michelangelo costituisce un recapito delle acque della zona depressa ad Est.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	34	73



Tiranti idrici (m)

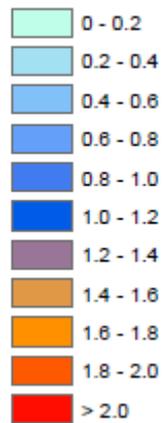
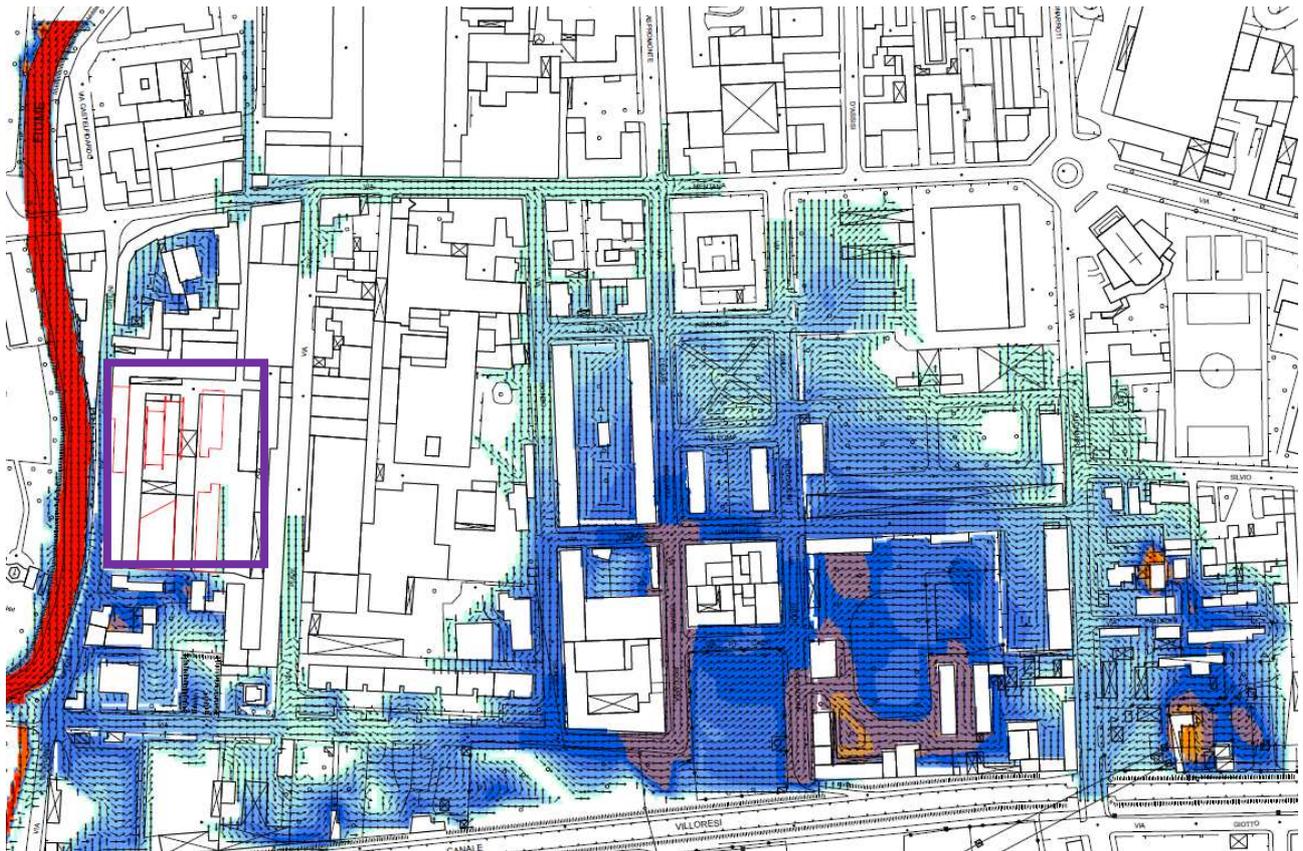


Figura 4.3 - Tiranti idrici nello stato di fatto. In viola l'area di interesse.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	35	73



Tiranti idrici (m)

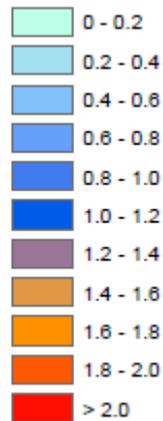


Figura 4.4 - Tiranti idrici nello stato di progetto. In viola l'area di interesse.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	36	73

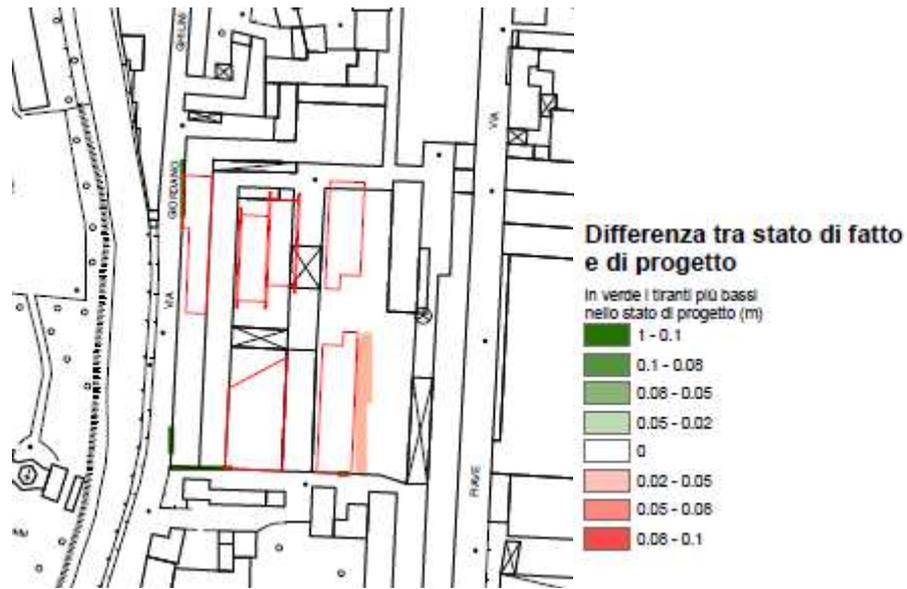


Figura 4.5 - Differenze tra lo stato di fatto e di progetto.

Come si osserva dalle precedenti figure gli allagamenti nello stato di fatto sono concentrati in Via Ghilini, mentre interessano solo parzialmente Via Piave, che presenta quote maggiori. Gli allagamenti non vengono invece ad interessare l'area oggetto di intervento grazie alla presenza del muro degli edifici lungo Via Ghilini. Analogamente l'interno del comprensorio industriale non viene interessato, grazie alla presenza di un solo accesso lungo Via Piave, che si presenta a quote maggiori rispetto ai livelli idrici calcolati.

La situazione nello stato di progetto non si modifica sostanzialmente, in quanto è stato inserito nel modello un rialzamento complessivo del terreno nell'area di intervento pari a 80 cm rispetto al piano stradale.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	37	73



5. ALLAGAMENTI OSSERVATI NEL 2002

Nel Novembre 2002 il bacino del Lambro è stato soggetto ad un forte evento pluviometrico, che ha prodotto una piena con esondazioni diffuse nel territorio di Monza. Lo studio dell'AdBPo ha preso in considerazione questo evento di piena e ha tarato il modello idraulico per calcolare con una maggior accuratezza i livelli idrici. A partire dalla misura localizzata dei livelli e delle portate in certe stazioni è stata ricostruita la portata transitante nell'area esaminata in circa 170 m³/s, dunque un valore di circa 40 m³/s inferiore alla portata con tempo di ritorno duecentennale.

Gli allagamenti realmente osservatisi nell'area esaminata sono stati ricostruiti in base ai ricordi degli abitanti della zona, mediante i quali è stato possibile anche ricostruire la dinamica di allagamento, descritta nel capitolo successivo.

In particolare si è potuto constatare che la piena del 2002 ha prodotto moderate esondazioni nella zona sino a produrre livelli idrici al di fuori del Lambro attorno a quota 155.6 m s.l.m..

Tali esondazioni sono prevalentemente riconducibili a due distinti fenomeni:

1. tracimazione del Lambro oltre il muretto di Via Ghilini;
2. tracimazione del Lambro nella roggia a Nord di Via Mentana con conseguente incanalamento delle acque esondate in Via Mentana attraverso la roggia.

In particolare si è potuto constatare che per un certo numero di ore si è avuta la tracimazione del Lambro oltre il muretto spondale lungo Via Ghilini. Questo fatto è stato provocato verosimilmente da rialzi locali dovuti ad una modesta curvatura del Lambro in zona. La tracimazione non è avvenuta lungo tutto il muretto di Via Ghilini, ma solo in un breve tratto. Le esondazioni riportate dai locali sono riassunte dalla seguente cartografia, che si allinea abbastanza precisamente a quella riportata all'interno del P.G.T. e riportata in precedenza.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	38	73

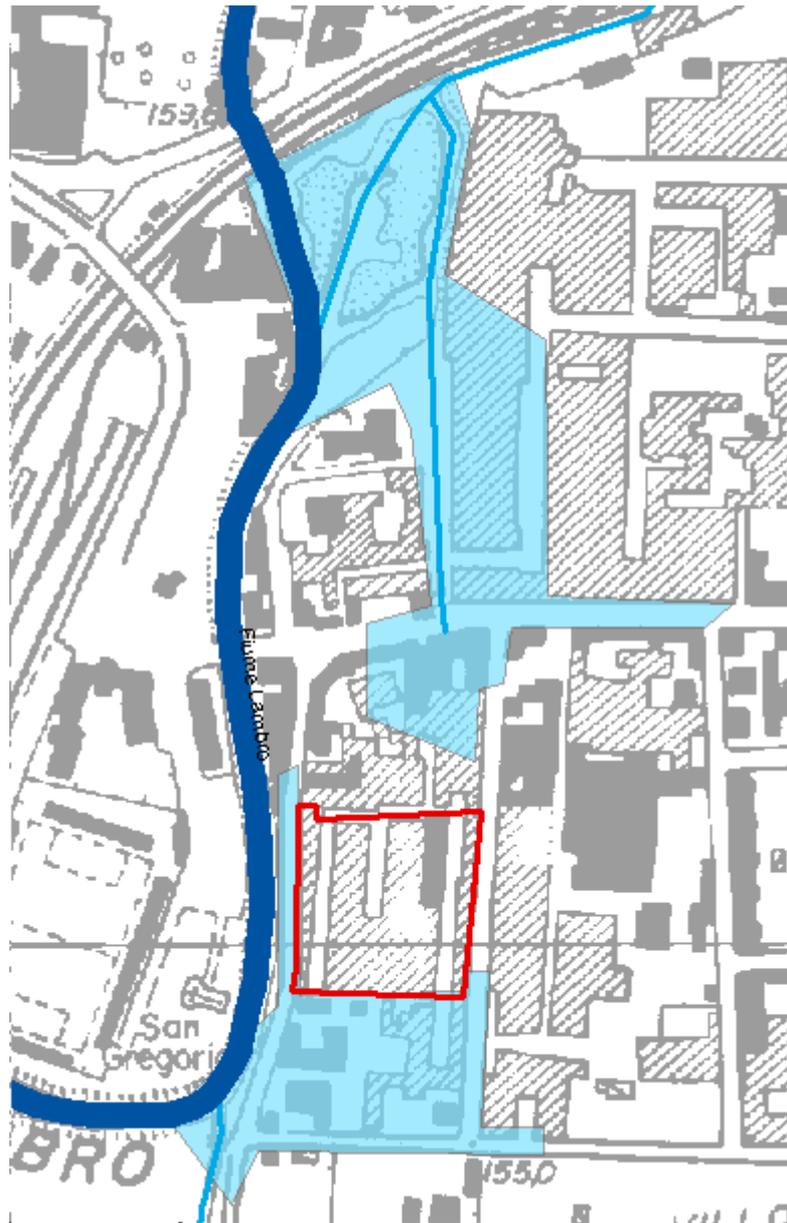


Figura 5.1 - Cartografia delle esondazioni avvenute nel Novembre 2002 ricostruita in base ai ricordi degli abitanti. In rosso l'area oggetto di intervento.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	39	73



6. DINAMICHE DI ALLAGAMENTO

In questo capitolo si descrive la dinamica di allagamento con la direzione dei deflussi ipotizzata che coinvolge l'area esaminata.

Gli allagamenti nell'area di interesse è verosimile che siano dovuti ad uno scorrimento da Nord verso Sud a partire dalla zona di confluenza del Lambretto, che presenta tiranti elevati. In tale zona è presente inoltre una derivazione sulla sponda sinistra del Lambro, ora non più attiva, ma che funge da via preferenziale di incanalamento delle acque oltre le sponde del Lambro. Tale roggia termina presso il comando della Polizia Locale in una tombinatura realizzata con una tubazione decisamente piccola (circa DN 300) rispetto all'alveo che caratterizza la roggia nel tratto a monte (base minore di circa 2 m, altezza di circa 1.5 m e pendenza sponde 1:1).



Figura 6.1 - Scaricatore della roggia a Nord di Via Mentana, alla confluenza del Lambretto nel Lambro.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	40	73



Figura 6.2 - Scaricatore della roggia a Nord di Via Mentana, alla confluenza del Lambretto nel Lambro. Si osserva il totale abbandono dell'opera. L'acqua di piena del Lambro potrebbe entrare tranquillamente da questo manufatto ed invadere il tratto seguente di roggia.

Dalla sezione LA 94.2 compresa sino al ponte sul Canale Villoresi (sezione LA 93.3) secondo l'AdBPo la sponda sinistra è in grado di contenere la piena. Occorre tuttavia evidenziare che presso la sezione LA 94.1 il profilo di piena calcolato dall'AdBPo con tempo di ritorno duecentennale raggiunge quota 156.03 m s.l.m., mentre il muretto che costituisce la sponda sinistra della sezione LA 94.1 è alto 156.12 m s.l.m.. Questa modesta differenza di quota, unita al fatto che vi possono essere locali abbassamenti del muretto e la presenza di una modesta curvatura del Lambro, rende probabile che parte dell'acqua esondi anche da questo tratto. Oltretutto, come riportato nel successivo capitolo, anche il modello idraulico a moto permanente ricostruito nell'ambito di questo studio sembra indicare tiranti idrici leggermente maggiori di quelli calcolati dall'AdBPo.

Questo fatto sembra anche confermato dalla constatazione che nel 2002, con un evento di piena meno critico di quello con tempo di ritorno duecentennale, il Lambro è tracimato oltre il muretto causando moderati allagamenti in Via Ghilini.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	41	73



Figura 6.3 - Il muretto lungo Via Ghilini. Si nota sulla sponda destra la scogliera in fase di realizzazione.

Inoltre la presenza di una roggia (Roggia Lupa) derivata in sponda sinistra del Lambro, con un locale abbassamento del muretto, funge da varco per il passaggio dell'acqua, come si vede nelle successive fotografie.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	42	73

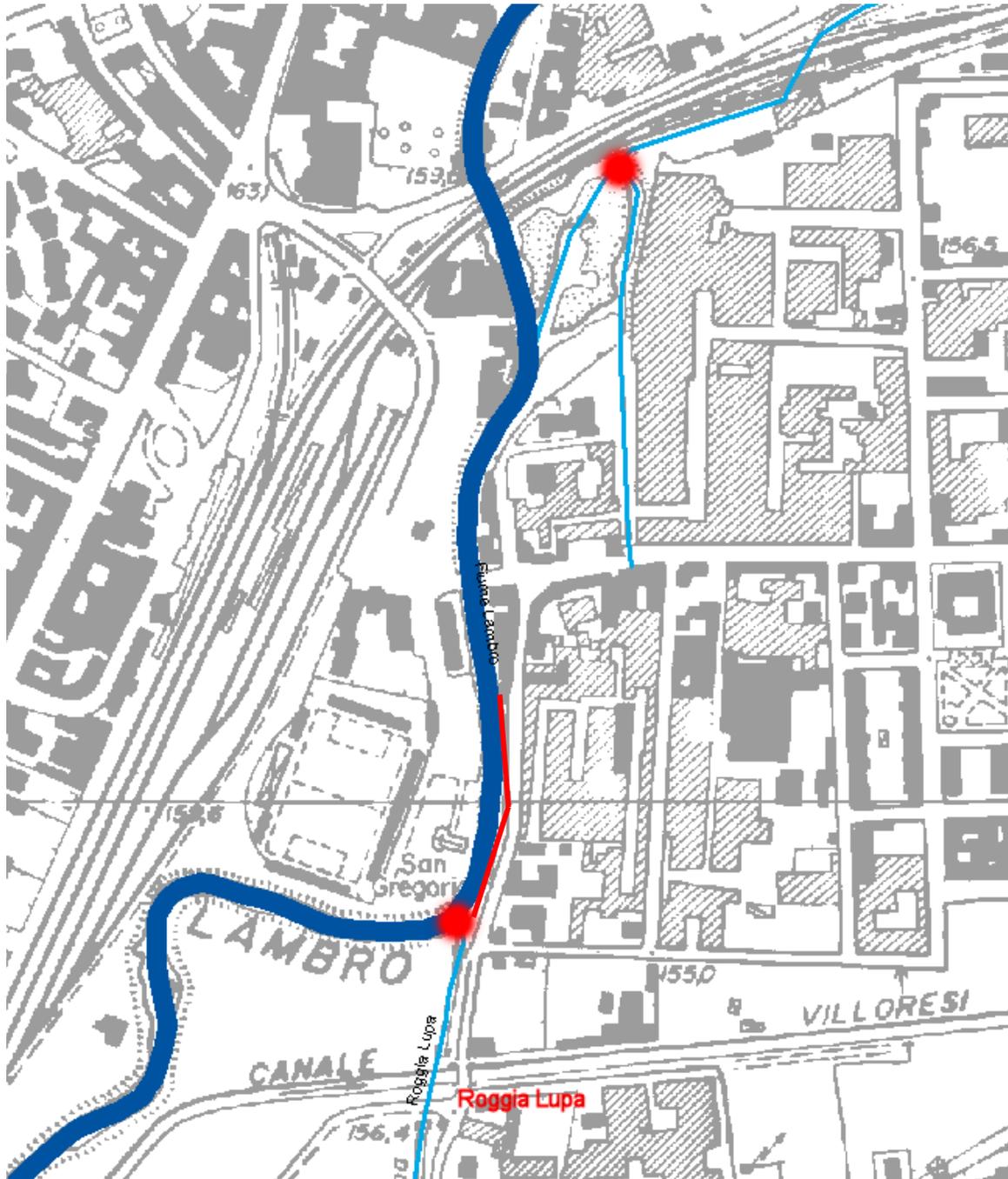


Figura 6.4 - Identificazione delle due derivazioni dal Lambro che potrebbero fungere da varchi per il passaggio delle piene. Con linea continua il tratto di muretto spondale di Via Ghilini oltre il quale potrebbe avvenire la tracimazione.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	43	73



Figura 6.5 - L'imbocco della Roggia Lupa, derivata dal Lambro. Si nota il locale abbassamento del muretto di Via Ghilini.

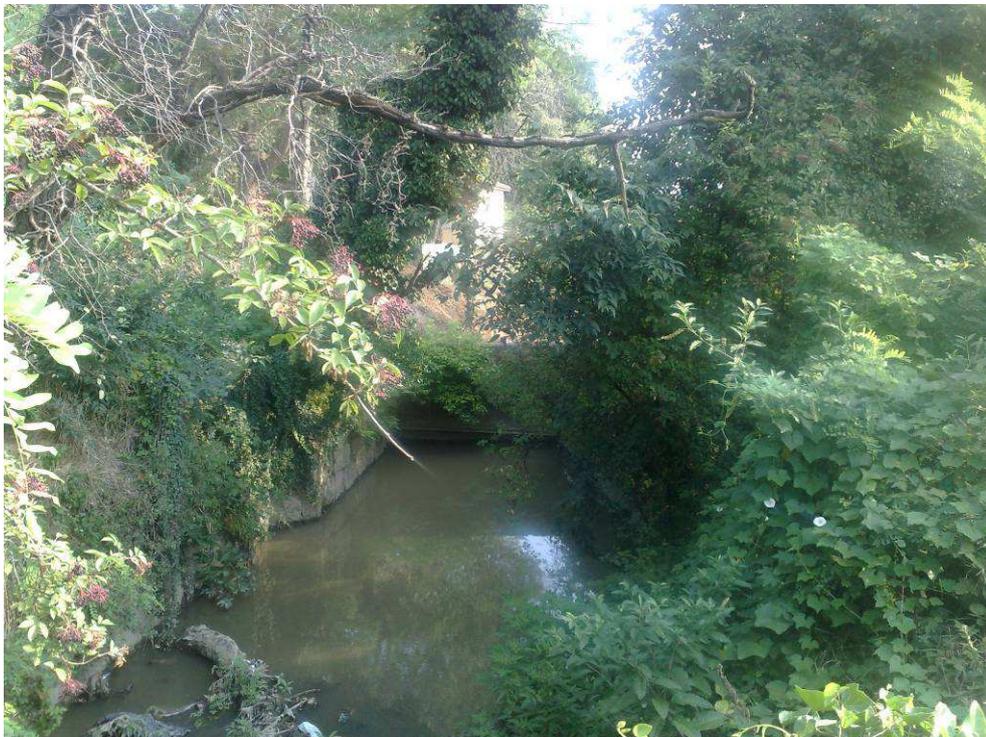


Figura 6.6 - Il primo tratto della Roggia Lupa.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	44	73



Figura 6.7 - L'imbocco della Roggia Lupa derivata dal Lambro.

DATA <i>DATE</i>	DOCUMENTO <i>DOCUMENT</i>	COMMESSA <i>JOB</i>	PROTOCOLLO <i>DOC. No.</i>	REVISIONE <i>REVISION</i>	PAG. <i>PAGE</i>	PAG. TOT. <i>TOT. PAGES</i>
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	45	73

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

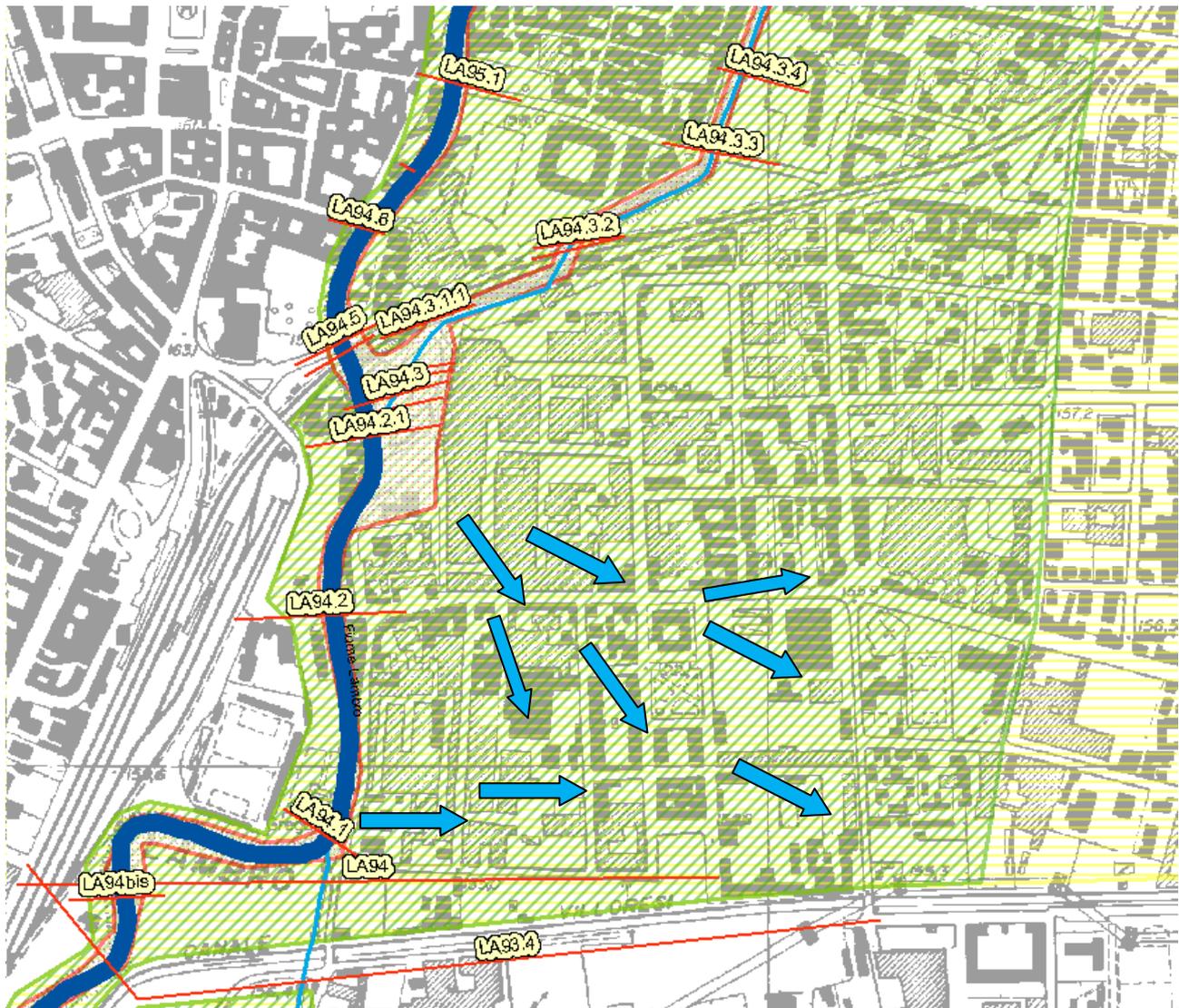


Figura 6.8 - Schema della direzione dei deflussi nella fase di esondazione. In rosso le aree allagate per un evento con tempo di ritorno di 10 anni, in verde per 200 anni e in giallo per 500 anni. In rosso le sezioni AdBPo.

È verosimile credere inoltre che la zona presso la sezione LA 94.1, oltre che funzionare da sfioratore verso la città di Monza, dopo un certo lasso di tempo funzioni nel senso opposto come sfioratore verso il Lambro, se le quote del livello idrico all'interno della città raggiungono livelli maggiori di quelli presenti nel Lambro. Infatti il recapito terminale della zona allagata a Sud della linea ferroviaria Milano – Sondrio è posizionato nella stessa zona da cui provengono gli allagamenti. La situazione dunque in fase di decrescita del picco di piena è speculare rispetto a

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	46	73



quanto visto prima e la direzione dei deflussi è quella rappresentata nella figura sottostante. In questo caso la zona presso la sezione LA 94.1 smette di funzionare da sfioratore verso il Lambro in quanto il livello idrico viene a scendere sotto la quota del muretto che delimita il Lambro.

Si sottolinea inoltre che parte della zona posta più ad Est non riesce a scaricare verso il Lambro perché di fatto presenta quote più basse rispetto alle sponde del Lambro, essendo posta in una depressione. L'acqua quindi verrà portata via tramite infiltrazione nel sottosuolo o tramite le caditoie stradali. Parte dell'acqua potrà invece sfruttare un varco costituito da una roggia lungo Via Timavo che sottopassa il Villoresi. Si evidenzia tuttavia che tale canale al momento si presenta parzialmente ostruito e dunque garantisce un deflusso solo marginale.

In parte invece gli allagamenti presenti nella parte orientale analizzata potenzialmente potranno defluire attraverso il varco di Via Michelangelo, sotto cui il Villoresi passa con sifone. Questo punto presenta quote basse, così come i territori a Sud del Villoresi.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	47	73

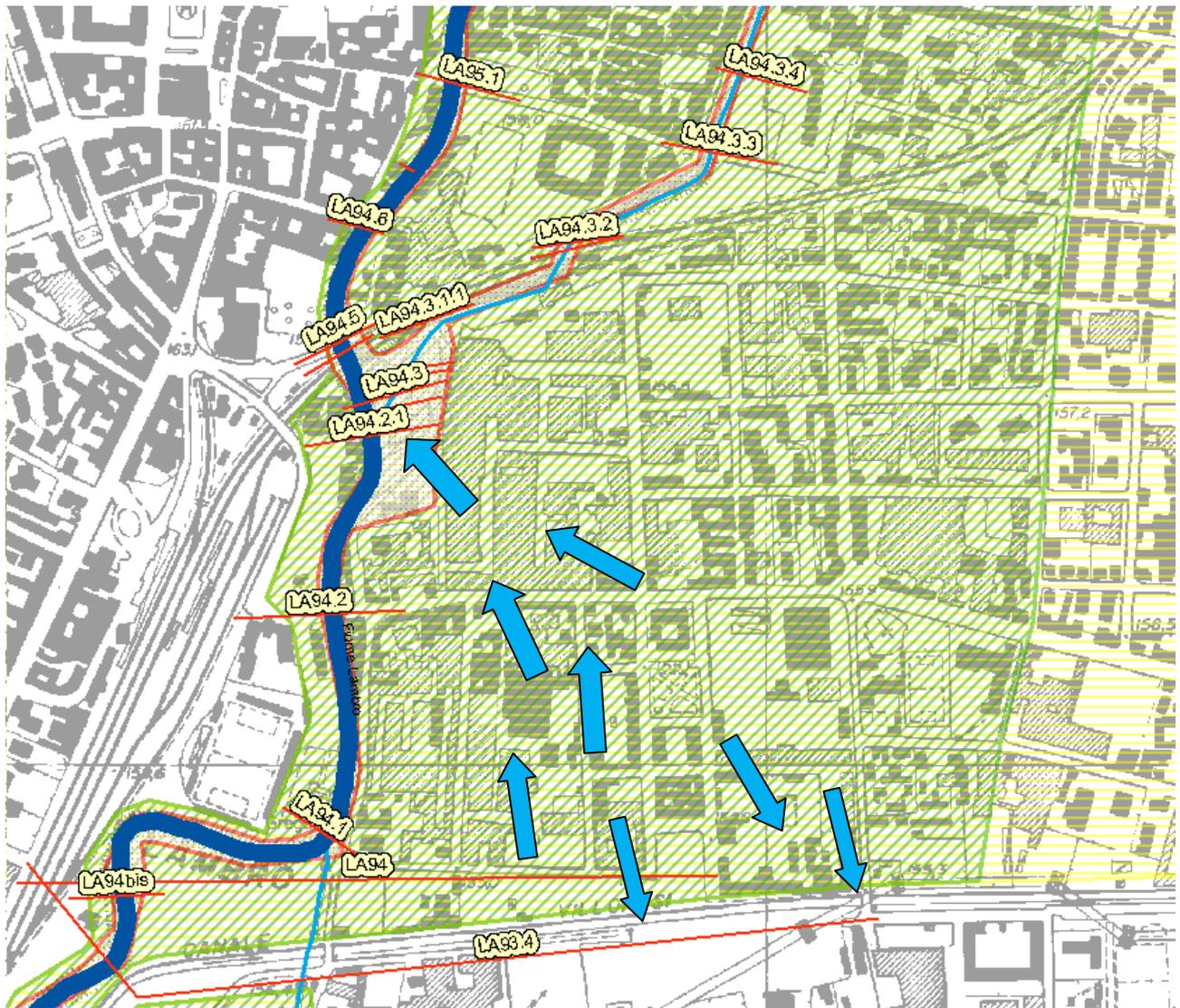


Figura 6.9 - Schema della direzione dei deflussi nella fase di ritiro della piena. In rosso le aree allagate per un evento con tempo di ritorno di 10 anni, in verde per 200 anni e in giallo per 500 anni. In rosso le sezioni AdbPo.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	48	73

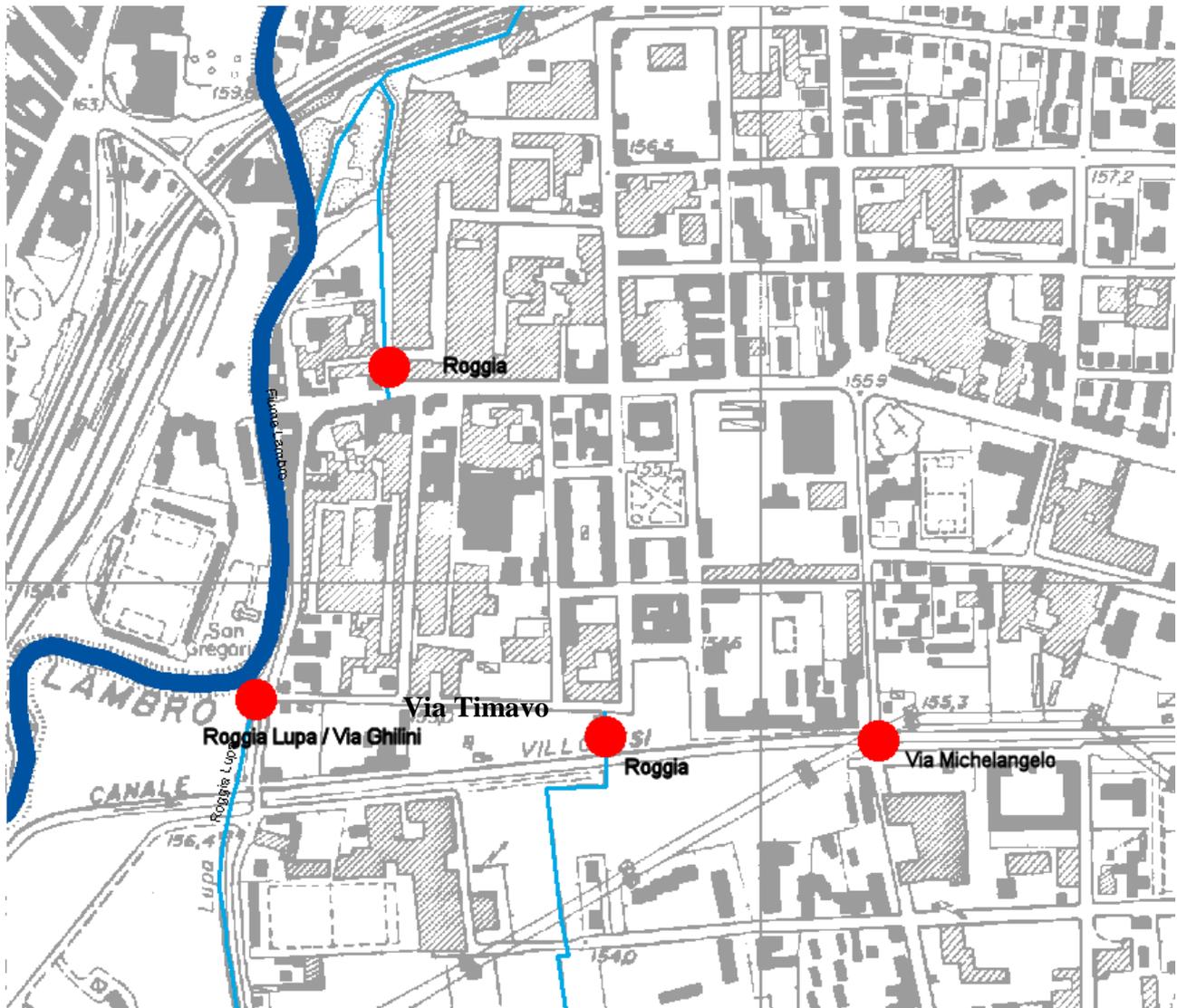


Figura 6.10 - I recapiti delle acque di allagamento dell'area esaminata nel territorio di Monza in fase di ritiro della piena.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	49	73



7. MODELLO IDRAULICO A MOTO PERMANENTE

A partire dalla geometrizzazione del Fiume Lambro ricavata dall'AdBPo mediante il rilievo di sezioni topografiche lungo l'alveo, si è ricostruito il modello del fiume.

Lo studio è stato affrontato con l'ausilio di un noto modello di calcolo idraulico monodimensionale (HEC-RAS) dalla consolidata affidabilità, ampiamente utilizzato in campo internazionale e nazionale per la simulazione in moto permanente e vario dei fenomeni di piena.

Si è scelto in questa fase del lavoro di operare a moto permanente, caratterizzato dunque da valori di portata corrispondenti al colmo della piena.

Il tratto del Fiume Lambro modellato parte dalla confluenza del Lambretto nel Lambro sino a poco oltre l'attraversamento del Canale Adduttore Principale Villorosi. Il tratto simulato presenta uno sviluppo di 1157 m.

7.1 Geometrizzazione dell'alveo

Nel modello idraulico sono state inserite le seguenti sezioni topografiche estratte dallo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona". Oltre a tali sezioni sono state inserite altre sezioni fittizie non rilevate direttamente dall'AdBPo, ma che servivano per la costruzione del modello. Ad esempio si è curato di inserire una sezione a monte e una a valle di ogni attraversamento.

Le sezioni sono state infine interpolate con passo di 5 m, in maniera tale da ricostruire con più precisione eventuali cambi di livello. Si evidenzia che l'interpolazione è stata curata in maniera manuale al fine di evitare grossolani errori.

Il nome delle sezioni è stato modificato rispetto a quello contenuto nello studio del P.A.I. in quanto nel modello non è possibile inserire la denominazione dell'AdBPo.

Nella seguente tabella si riportano le sezioni dell'AdBPo utilizzate procedendo da monte verso valle e il corrispettivo nome all'interno del modello di HEC-RAS.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	50	73



nome sezione P.A.I.	nome sezione modello HEC-RAS
LA 94.3	-1
LA 94.3 bis	-2
LA 94.2.1	-3
LA 94.2	-4
LA 94.1	-5
LA 94	-6
LA 94 bis	-7
LA 93.4	-8
LA 93.3	-9

Tab. 7.1.I - Sezioni del P.A.I. inserite nel modello di HEC-RAS e corrispondente nome della sezione nel modello di HEC-RAS.

Sulle varie sezioni si è proceduto con l'individuazione dei Levee utili per delimitare le sponde del fiume e del canale principale per differenziare le scabrezze.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	51	73

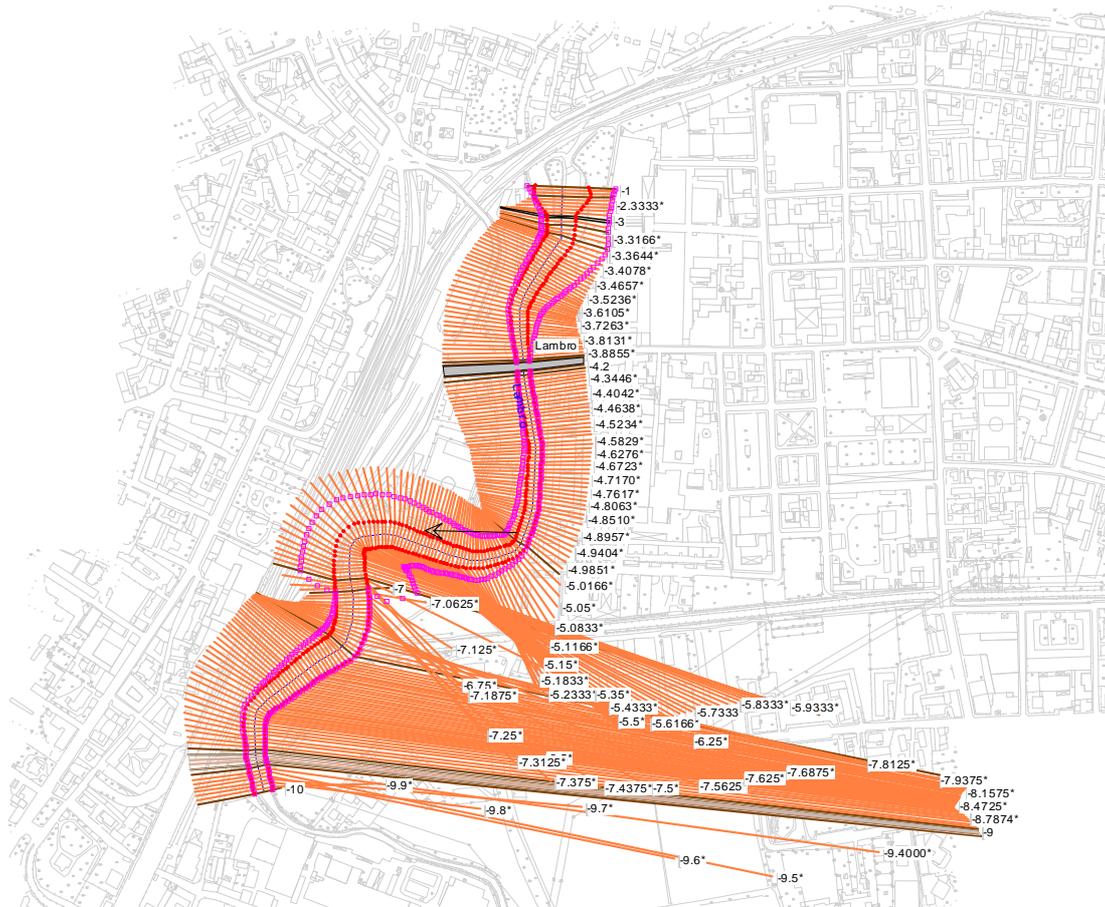


Figura 7.1.1 - Il modello sviluppato in HEC-RAS.

7.2 Portate utilizzate e condizioni al contorno

Si è proceduto poi all'inserimento delle portate utilizzate per l'analisi a moto permanente.

Queste sono riassunte nella seguente tabella e sono derivate dai dati dell'AdBPO. Si evidenzia che, a favore di sicurezza, tali portate sono state prese per la sezione a valle dell'area di interesse, che presentava portate leggermente superiori rispetto a quelle presenti nella parte iniziale del modello idraulico.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	52	73



portata [m ³ /s]	descrizione
213	tempo di ritorno 200 anni
235.2	tempo di ritorno 500 anni
170	evento di piena Novembre 2002

Tab. 7.2.I - Portate utilizzate nel modello di HEC-RAS.

Come condizioni al contorno, utilizzando una simulazione mista, comprensiva dunque di correnti lente e veloci, si è inserita a monte l'altezza critica, essendo presenti due traverse sia sul Lambro che sul Lambretto. A valle invece è stata inserita come condizione al contorno l'altezza di moto uniforme caratterizzata da pendenza pari a quella media dell'alveo nel tratto in esame (2.4%). Si è poi valutato se l'inserimento di un'altezza idrica nota, come quella ricavata dal profilo dell'AdBPo, potesse cambiare sostanzialmente il modello, ma si è verificato che l'influenza di una condizione al contorno differente, provoca modesti cambiamenti solo nel tratto terminale del modello, che peraltro non riguarda l'area oggetto del presente studio.

7.3 Ponti

Nel tratto esaminato sono presenti 3 attraversamenti, procedendo da monte verso valle:

1. Passerella pedonale per il raggiungimento dell'oasi di Legambiente,
2. Ponte di Via Mentana,
3. Ponte del Canale Adduttore Principale Villorosi.

Tali ponti sono stati inseriti a partire dalle sezioni di rilievo svolte dall'AdBPo.

In particolare i primi due ponti sono stati inseriti con l'opzione Deck e per la passerella pedonale è stata inserita anche una pila. Per il ponte del Villorosi, essendo l'attraversamento più complesso, si è ritenuto opportuno utilizzare il Lid.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	53	73

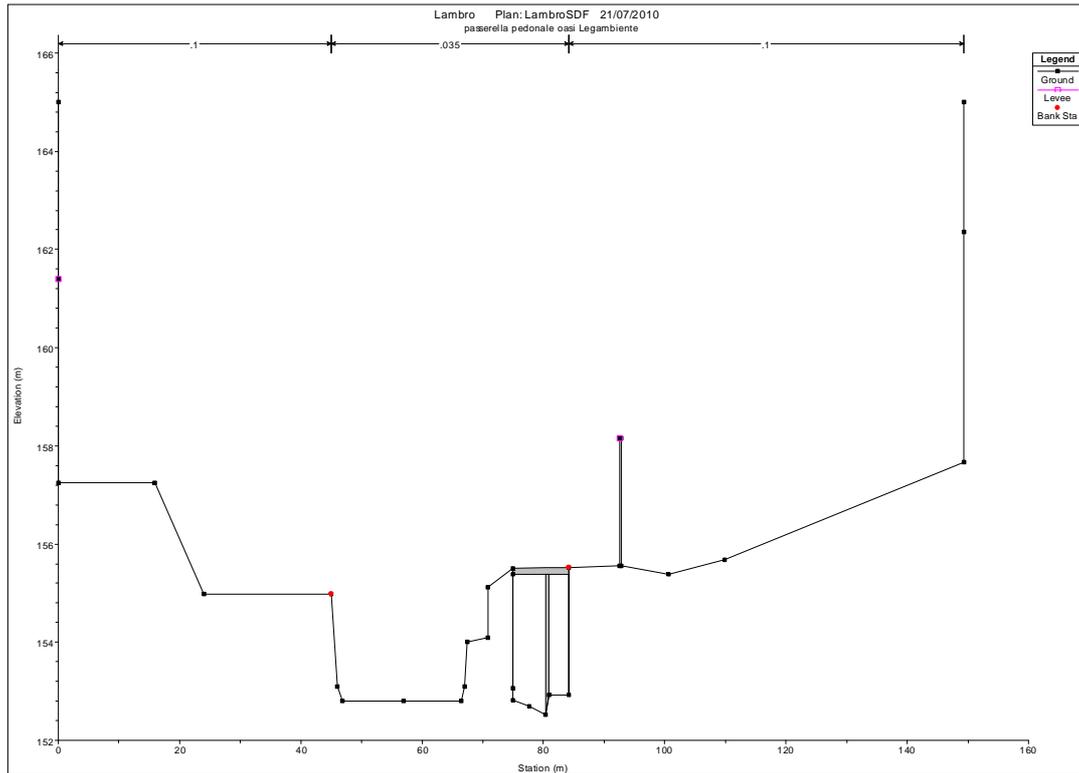


Figura 7.3.1 - La sezione presso la passerella pedonale.

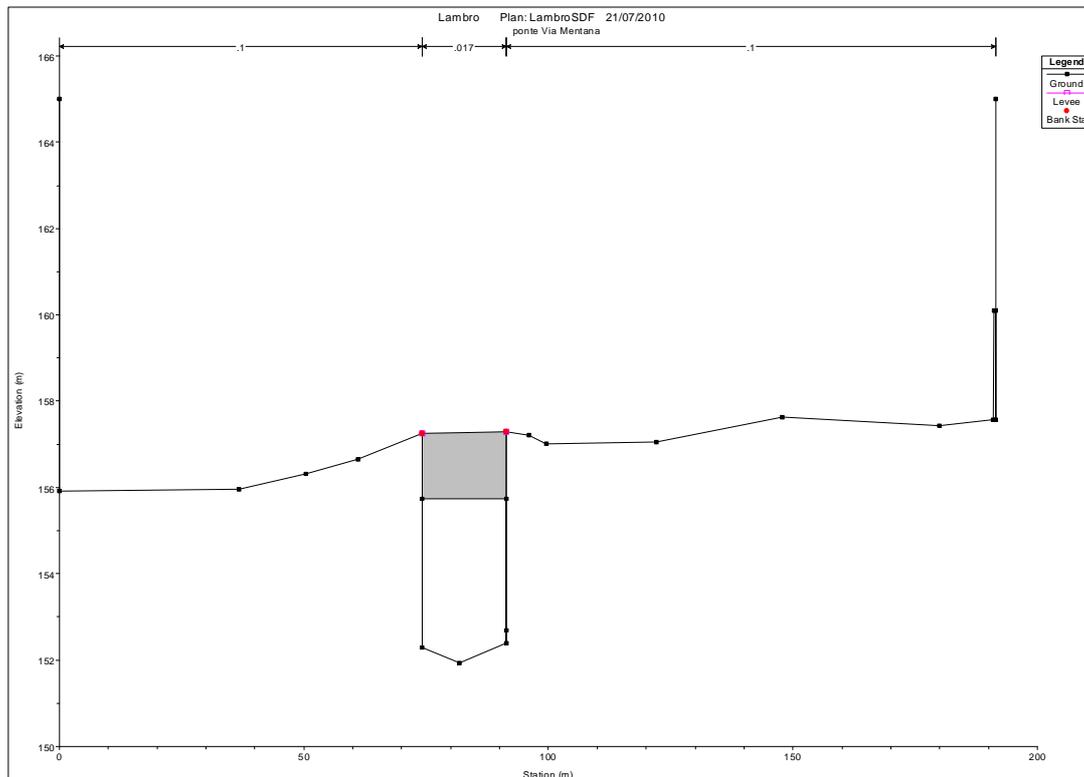


Figura 7.3.2 - Il ponte di Via Mentana.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	54	73



Figura 7.3.3 - Il ponte di Via Mentana visto da Via Ghilini, cioè da valle.

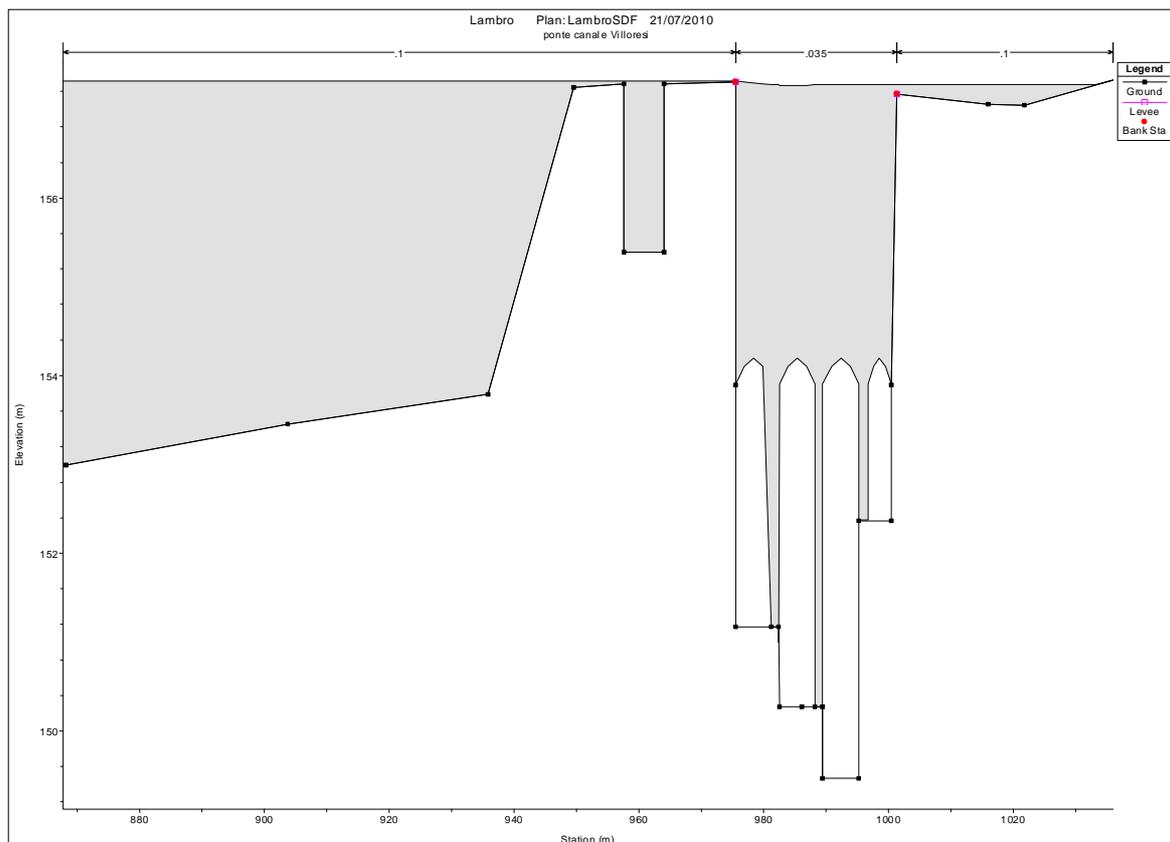


Figura 7.3.4 - Il ponte del Canale Villoresi.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	55	73



La simulazione dei ponti è stata sviluppata sia con lo standard step method, che con il bilancio delle spinte e l'equazione di Yarnell. Tra queste è stata scelta la più cautelativa.

7.4 Scabrezze e coefficienti di perdite concentrate

Le scabrezze sono state inserite tramite il coefficiente di Manning, dividendo il comportamento per il canale principale e le golene, caratterizzate da una scabrezza generalmente maggiore a causa della presenza di vegetazione, ostacoli etc..

Nel caso esaminato l'alveo presenta caratteristiche abbastanza omogenee in tutto il tratto, tranne che appena a monte di Via Mentana, dove la sponda destra è realizzata con muro in c.a. e dove dunque è parso opportuno inserire coefficienti di scabrezza inferiori.

Per le aree di golena si è inserita come scabrezza un coefficiente di Manning di 0.10 s/m^{1/3}, mentre per il canale principale 0.035 s/m^{1/3}, eccetto che per il tratto appena a monte di Via Mentana dove la scabrezza è stata valutata in 0.017 s/m^{1/3}.

Lungo l'alveo nel tratto analizzato non sono presenti importanti discontinuità tali da provocare significative perdite di carico, dunque per i coefficienti di contrazione e espansione sono stati lasciati i valori di default di 0.1 e 0.3. Solo per il ponte del Villorresi è parso più cautelativo usare coefficienti maggiori, cioè 0.3 e 0.5 in quanto il ponte a quattro arcate presenta una variazione non trascurabile dell'alveo.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	56	73



Figura 7.4.1 - Scabrezze ridotte nel tratto a monte del ponte di Via Mentana per la presenza di una sponda in c.a..

7.5 Risultati

Il profilo di piena simulato per le tre portate è riportato nella successiva immagine. Come si vede il Fiume Lambro è generalmente contenuto all'interno delle sponde. Solamente nel tratto presso Via Ghilini, cioè a monte della sezione del P.A.I. 94.1 la sponda sinistra si presenta insufficiente a garantire il transito della portata duecentennale e cinquecentennale. La simulazione dell'evento di piena del 2002 presenta invece un livello idrico comparabile a quello della sponda, fatto che sembra in accordo con le testimonianze raccolte che riportano la tracimazione localizzata del Lambro in corrispondenza dell'imbocco della roggia Lupa. In realtà vi sono altri allagamenti a monte nei pressi della confluenza con il Lambretto causati dalla presenza della roggia, che non viene riportata nel modello idraulico.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	57	73

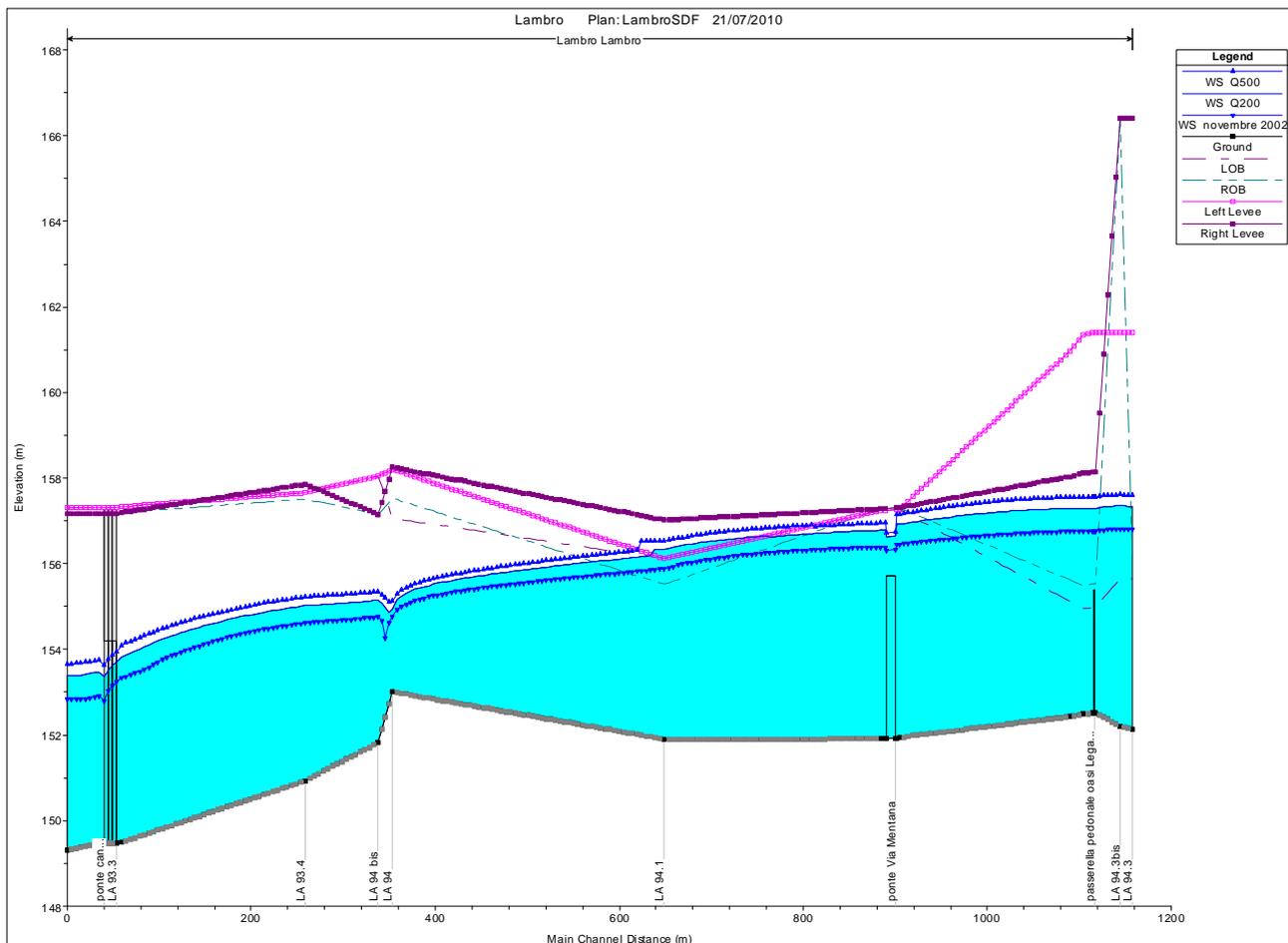


Figura 7.5.1 - Profilo idrico del Fiume Lambro per le tre simulazioni svolte.

Per quanto riguarda il profilo si può notare come il ponte del Villoresi non funzioni in pressione, al contrario di quello di Via Mentana. La passerella viene invece tracimata.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	58	73

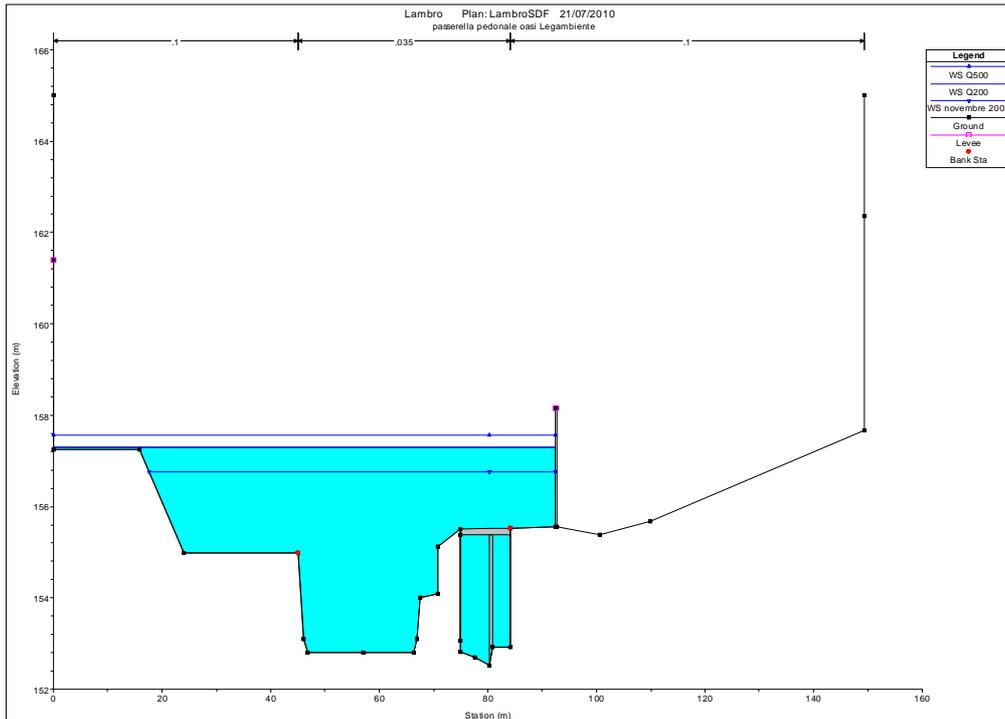


Figura 7.5.2 - La passerella per l'oasi di Lega Ambiente. Si noti come il flusso sia interrotto dal portone sulla destra che è in grado di contenere la piena, cosa peraltro confermata dal proprietario per l'evento del 2002.

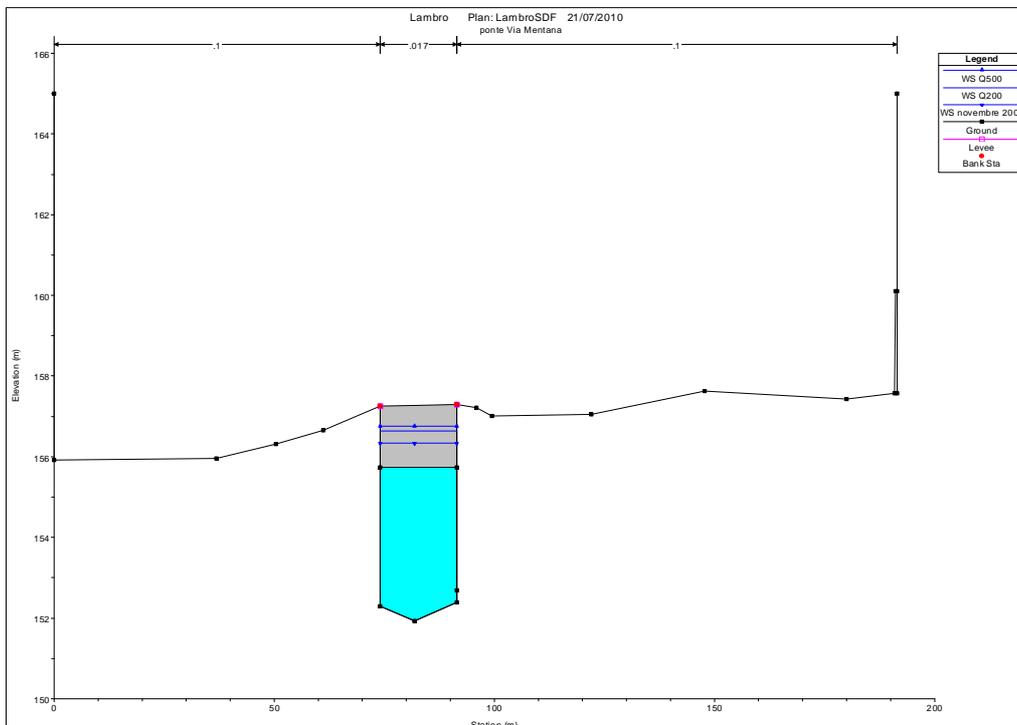


Figura 7.5.3 - Il ponte di Via Mentana.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	59	73

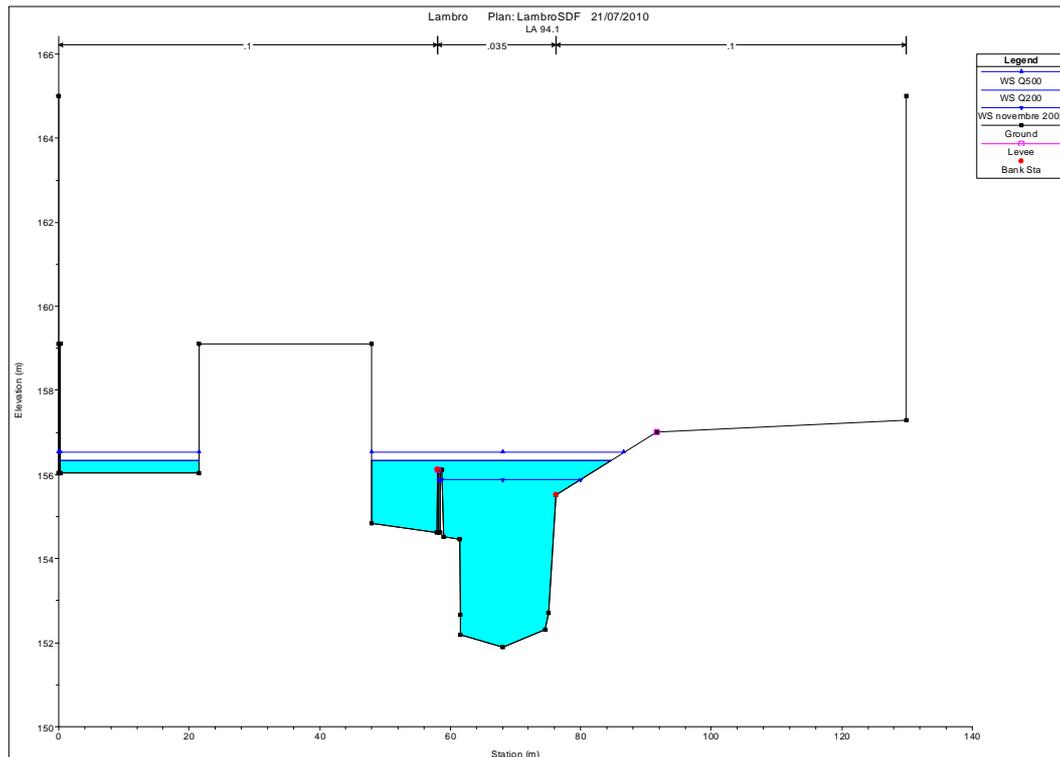


Figura 7.5.4 - La sezione preso Via Ghilini. Si nota il muretto che non è in grado di trattenere la portata con tempo di ritorno duecentennale e cinquecentennale.

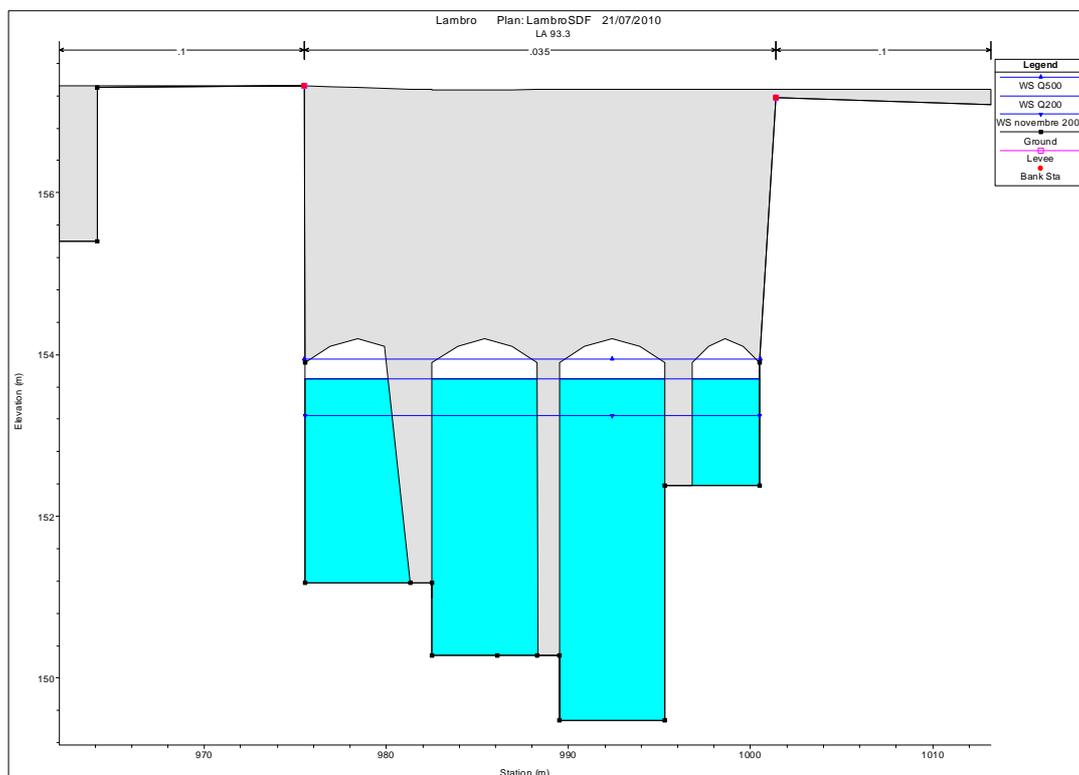


Figura 7.5.5 - La sezione del ponte del Villorresi.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	60	73



Nella successiva immagine si riporta il confronto tra il profilo calcolato con la simulazione di HEC-RAS e quello calcolato dall'AdBPo. Come si vede, il modello dell'AdBPo tende a evidenziare livelli idrici maggiori in corrispondenza del ponte del Villoresi, che va in pressione, provocando dunque un rigurgito a monte, la cui influenza è comunque limitata sino alla traversa, ove i tiranti qui ricostruiti sono molto simili a quelli stimati dall'AdBPo.

Presso Via Ghilini il modello qui sviluppato riporta livelli idrici leggermente maggiori che causano l'esonazione dal muretto di Via Ghilini.

Andando verso monte si osservano marcate differenze alla confluenza con il Lambretto, dove il modello qui sviluppato riporta livelli idrici molto inferiori rispetto a quello dell'AdBPo. I livelli idrici qui stimati tuttavia sembrano essere in buon accordo con i ricordi delle persone direttamente interessate dall'evento di piena del 2002.

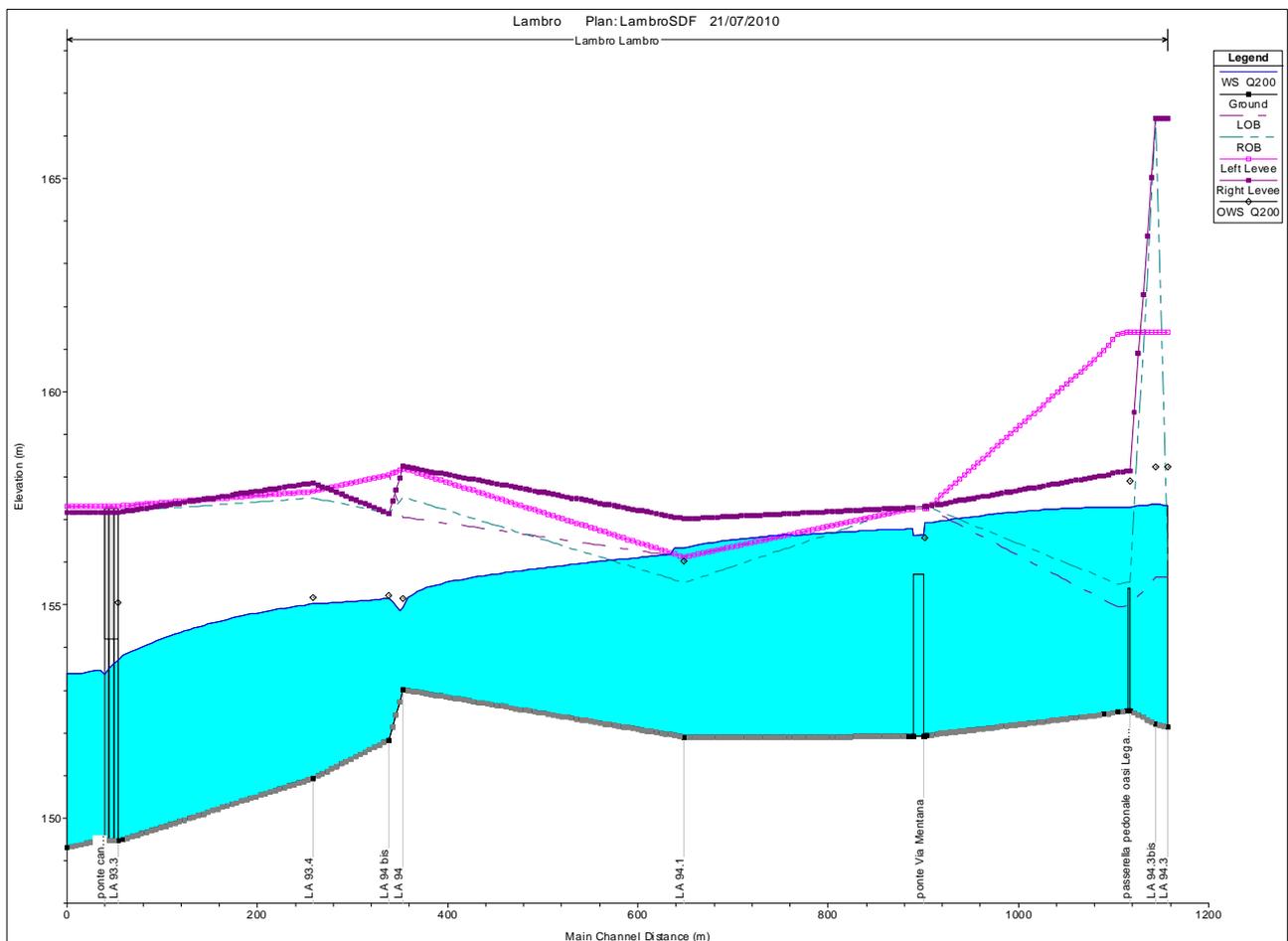


Figura 7.5.6 - Confronto tra i livelli idrici simulati da HEC-RAS per un tempo di ritorno di 200 anni con colore azzurro e quella del modello dell'AdBPo con punti grigi.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	61	73



Da ultimo si segnala la buona aderenza tra il modello sviluppato all'interno di questo studio e quello sviluppato nel P.G.T. di Monza nel primo tratto. Oltre la sezione LA 94.1 invece il modello presentato in questo studio mostra livelli di piena leggermente più alti rispetto a quelli sviluppati nell'ambito della simulazione per il P.G.T. di Monza, tanto che quest'ultimo non fa esondare il Lambro dalla sezione presso Via Ghilini.

Infine i risultati del modello semplificato qui sviluppato sono in buon accordo con i risultati ottenuti con il modello (ben più raffinato) sviluppato dallo Studio Pacheco.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	62	73



8. **BIBLIOGRAFIA**

- Autorità di Bacino del Fiume Po. “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d’acqua naturali e artificiali all’interno dell’ambito idrografico di pianura Lambro – Olona”.
- Autorità di Bacino del Fiume Po. Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.) - <http://www.adbpo.it/on-multi/ADBPO/Home/Pianificazione/Pianistralcioapprovati/PianostralcioperlAssettoIdrogeologicoPAI.html>
- Comune di Monza, 2004. Relazione idraulica allegata alla Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio.
- Regione Lombardia. Sistema Informativo Territoriale e base cartografica georeferenziata. <http://www.cartografia.regione.lombardia.it/geoportale>
- Studio Pacheco – Determinazione del rischio idraulico, fiume Lambro a Monza - <http://www.studiopacheco.it/index.php/it/modellistica-idraulica-fluidodinamica/92-lambro-a-monza-2008>
- Studio Pacheco – Mitigazione degli effetti delle piene, fiume Lambro a Monza - <http://www.studiopacheco.it/index.php/it/modellistica-idraulica-fluidodinamica/101-mitigazione-lambro-a-monza>

GARASSINO S.r.l.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	63	73



APPENDICE A - TABELLE SIMULAZIONI IDRAULICHE

Contenuto dell'appendice A sono le tabelle di simulazioni idrauliche che riassumono, per ogni sezione del modello idraulico, i valori delle grandezze di riferimento.

Ogni tabella segue il medesimo schema ed è composta, da sinistra verso destra dalle seguenti colonne:

- Reach:** colonna che riporta il nome del tratto di fiume / torrente oggetto d'analisi.
- River station:** indica la sezione alla quale fanno riferimento le grandezze idrauliche e geometriche sulla medesima riga.
- Q total:** riporta il valore della portata [m^3/s] al colmo di piena.
- Min Ch El:** rappresenta la quota di fondo [m s.l.m.] della sezione in esame.
- W.S. El:** rappresenta la quota [m s.l.m.] del profilo di moto permanente nella sezione in esame.
- Vel Chl:** rappresenta la velocità di deflusso [m/s] nell'alveo inciso per la sezione corrispondente.
- Froude:** riporta il valore del numero di Froude. (si ricorda che per valori inferiori a 1 si ha deflusso in corrente lenta, per valori maggiori di deflusso in corrente veloce).
- Levee El. Left:** riporta il valore dell'altezza [m] della sponda sinistra della sezione.
- Levee El. Right:** riporta il valore dell'altezza [m] della sponda destra della sezione.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	64	73



Reach	River Sta	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Vel Chnl	Froude # Chl	Levee El Left	Levee El Right
Lambro	-1	213	152.13	157.34	0.87	0.15	161.4	166.4
Lambro	-2	213	152.2	157.35	0.67	0.11	161.4	166.4
Lambro	-3	213	152.52	157.29	1.22	0.19	161.4	158.15
Lambro	-3.1	Bridge						
Lambro	-3.2	213	152.51	157.29	1.22	0.19	161.39	158.14
Lambro	-3.3	213	152.48	157.29	1.21	0.19	161.36	158.11
Lambro	-3.35	213	152.43	157.29	1.12	0.16	160.96	158.03
Lambro	-3.9	213	151.94	156.93	2.58	0.38	157.27	157.31
Lambro	-4	213	151.93	156.93	2.57	0.38	157.26	157.3
Lambro	-4.1	Bridge						
Lambro	-4.2	213	151.92	156.78	2.65	0.39	157.25	157.29
Lambro	-4.3	213	151.91	156.78	2.64	0.39	157.24	157.28
Lambro	-5	213	151.9	156.34	3.03	0.51	156.12	157.02
Lambro	-6	213	153.01	154.93	3.83	0.96	158.2	158.25
Lambro	-7	213	151.83	155.15	2.33	0.47	158.05	157.15
Lambro	-8	213	150.93	155.02	2.14	0.42	157.66	157.86
Lambro	-8.9	213	149.49	153.82	3.22	0.58	157.33	157.19
Lambro	-9	213	149.48	153.7	3.42	0.53	157.32	157.18
Lambro	-9.2	213	149.47	153.36	3.82	0.62	157.31	157.17
Lambro	-9.3	213	149.46	153.47	3	0.57	157.3	157.16
Lambro	-10	213	149.3	153.4	2.82	0.46	157.32	157.18

Tab. A.I - Simulazione nello stato di fatto per un tempo di ritorno di 200 anni.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	65	73



Reach	River Sta	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Vel Chnl	Froude # Chl	Levee El Left	Levee El Right
Lambro	-1	235.2	152.13	157.6	0.88	0.15	161.4	166.4
Lambro	-2	235.2	152.2	157.61	0.69	0.11	161.4	166.4
Lambro	-3	235.2	152.52	157.55	1.25	0.19	161.4	158.15
Lambro	-3.1	Bridge						
Lambro	-3.2	235.2	152.51	157.55	1.25	0.19	161.39	158.14
Lambro	-3.3	235.2	152.48	157.55	1.24	0.19	161.36	158.11
Lambro	-3.35	235.2	152.43	157.55	1.16	0.16	160.96	158.03
Lambro	-3.9	235.2	151.94	157.14	2.72	0.39	157.27	157.31
Lambro	-4	235.2	151.93	157.14	2.72	0.39	157.26	157.3
Lambro	-4.1	Bridge						
Lambro	-4.2	235.2	151.92	156.95	2.82	0.41	157.25	157.29
Lambro	-4.3	235.2	151.91	156.95	2.82	0.41	157.24	157.28
Lambro	-5	235.2	151.9	156.53	3.14	0.51	156.12	157.02
Lambro	-6	235.2	153.01	155.13	3.77	0.9	158.2	158.25
Lambro	-7	235.2	151.83	155.34	2.38	0.47	158.05	157.15
Lambro	-8	235.2	150.93	155.22	2.2	0.42	157.66	157.86
Lambro	-8.9	235.2	149.49	154.09	3.24	0.61	157.33	157.19
Lambro	-9	235.2	149.48	153.95	3.5	0.53	157.32	157.18
Lambro	-9.2	235.2	149.47	153.63	3.85	0.6	157.31	157.17
Lambro	-9.3	235.2	149.46	153.75	3.02	0.55	157.3	157.16
Lambro	-10	235.2	149.3	153.66	2.91	0.46	157.32	157.18

Tab. A.II - Simulazione nello stato di fatto per un tempo di ritorno di 500 anni.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	66	73



Reach	River Sta	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Vel Chnl	Froude # Chl	Levee El Left	Levee El Right
Lambro	-1	170	152.13	156.8	0.85	0.17	161.4	166.4
Lambro	-2	170	152.2	156.81	0.62	0.11	161.4	166.4
Lambro	-3	170	152.52	156.77	1.13	0.19	161.4	158.15
Lambro	-3.1	Bridge						
Lambro	-3.2	170	152.51	156.76	1.12	0.19	161.39	158.14
Lambro	-3.3	170	152.48	156.76	1.11	0.19	161.36	158.11
Lambro	-3.35	170	152.43	156.76	1.01	0.16	160.96	158.03
Lambro	-3.9	170	151.94	156.47	2.28	0.35	157.27	157.31
Lambro	-4	170	151.93	156.47	2.27	0.35	157.26	157.3
Lambro	-4.1	Bridge						
Lambro	-4.2	170	151.92	156.4	2.3	0.36	157.25	157.29
Lambro	-4.3	170	151.91	156.4	2.3	0.36	157.24	157.28
Lambro	-5	170	151.9	155.89	2.95	0.52	156.12	157.02
Lambro	-6	170	153.01	154.77	3.4	0.9	158.2	158.25
Lambro	-7	170	151.83	154.77	2.19	0.47	158.05	157.15
Lambro	-8	170	150.93	154.63	2	0.42	157.66	157.86
Lambro	-8.9	170	149.49	153.34	3.03	0.59	157.33	157.19
Lambro	-9	170	149.48	153.25	3.2	0.53	157.32	157.18
Lambro	-9.2	170	149.47	152.81	3.82	0.67	157.31	157.17
Lambro	-9.3	170	149.46	152.91	2.99	0.63	157.3	157.16
Lambro	-10	170	149.3	152.86	2.62	0.46	157.32	157.18

Tab. A.III - Simulazione nello stato di fatto per l'evento di Novembre 2002.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	67	73



APPENDICE B - CODICE DI CALCOLO HEC – RAS

Il software utilizzato nel presente studio è HEC-RAS 4.0.

Il pacchetto software HEC-RAS 4.0 (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System), elaborato dall'U.S. Army Corps of Engineers è uno strumento di calcolo idraulico monodimensionale dalla consolidata affidabilità, ampiamente utilizzato in campo internazionale e nazionale. HEC-RAS permette di condurre l'analisi idraulica monodimensionale sia a moto permanente che vario. L'interfaccia utente (Graphical User Interface GUI) permette un agevole inserimento di dati ed una pronta analisi dei risultati. La possibilità di georeferenziare le sezioni introdotte permette una intuitiva rappresentazione grafica dei risultati.

Il modello a moto permanente, costruito con il codice di calcolo HEC-RAS permette di valutare tutte le grandezze idrauliche di interesse per una corrente gradualmente variata in regime subcritico, supercritico o misto.

Tale codice di calcolo è basato essenzialmente sull'integrazione, alle differenze finite, dell'equazione dell'energia di una corrente. Le perdite di energia sono valutate mediante il coefficiente di scabrezza di Manning per le perdite distribuite e mediante i coefficienti di contrazione ed espansione della corrente per valutare le perdite concentrate dovute alla variazione della sezione trasversale. Nella simulazione del moto vario il modello utilizza il motore di calcolo UNET sviluppato dal Dr. Robert L. Barkau's. UNET risolve le equazioni complete di De St. Venant utilizzando uno schema di risoluzione implicito alle differenze finite. Tale schema di calcolo è stato sviluppato per il moto vario in corrente subcritica.

Lo schema di risoluzione utilizza il metodo di Newton-Raphson iterativo per risolvere equazioni non lineari. Tale codice di calcolo, comunque, pur utilizzando una soluzione linearizzata, per una corrente subcritica fornisce risultati affidabili e stabili, avendo l'accortezza di utilizzare intervalli di calcolo sufficientemente ridotti. Permette inoltre di simulare in modo efficace le singolarità introdotte nel modello: ponti, tratti tominati, invasi in linea e in derivazione, sfioratori in linea, sfioratori laterali, luci a battente.

I profili di corrente sono calcolati risolvendo, mediante procedura iterativa (standard step method) la seguente equazione del bilancio dell'energia fra due sezioni:

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	68	73



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

dove:

- Y_1, Y_2 : Altezze idriche in corrispondenza delle sezioni 1 e 2,
 Z_1, Z_2 : Quote dei punti di thalweg in corrispondenza delle sezioni 1 e 2,
 V_1, V_2 : Velocità medie,
 α_1, α_2 : Coefficienti di perdita,
 g : Accelerazione di gravità,
 h_e : Perdite fra le sezioni calcolate con la seguente espressione:

$$h_e = LS_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

dove:

- L : Distanza fra le sezioni pesata sulle portate,
 S_f : Pendenza della linea dell'energia per le perdite distribuite,
 C : Coefficiente di espansione o contrazione.

Per distanza fra le sezioni pesata sulle portate si intende la lunghezza calcolata con la seguente formula:

$$L = \frac{L_{lob} Q_{lob} + L_{ch} Q_{ch} + L_{rob} Q_{rob}}{Q_{lob} + Q_{ch} + Q_{rob}}$$

dove:

- L_{lob}, L_{ch}, L_{lor} : Distanza fra le sezioni specificata rispettivamente per la golena sinistra, per l'alveo e per la golena destra,
 Q_{lob}, Q_{ch}, Q_{lor} : Somme aritmetiche delle portate defluenti rispettivamente nella golena sinistra, nell'alveo e nella golena destra.

Le ipotesi alla base del modello sono le seguenti:

- Si ipotizza che il moto sia gradualmente variato, ovvero che, in corrispondenza di ciascuna sezione, vi sia una distribuzione idrostatica delle pressioni.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	69	73



- In prossimità di singolarità, dove il moto diventa rapidamente variato, il programma utilizza in automatico, invece dell'equazione dell'energia, l'equazione dell'equilibrio delle spinte o altre equazioni empiriche.
- Il moto è ipotizzato monodimensionale.
- La pendenza del corso idrico è generalmente modesta.

Con il supporto del software HEC-RAS, è possibile calcolare, in tutte le sezioni di interesse del modello, le principali caratteristiche della corrente sia in moto permanente che vario. I dati necessari per la costruzione del modello sono i dati geometrici relativi alle sezioni, le distanze fra le sezioni, i coefficienti di scabrezza, i coefficienti di espansione e contrazione, la descrizione geometrica ed i parametri idraulici di eventuali strutture aggiuntive (ponti, traverse, sfioratori etc.). Oltre a questi dati occorre inserire le condizioni al contorno per il dominio di calcolo, che possono essere ad esempio l'altezza critica, l'altezza di moto uniforme etc..

Nell'inserimento dei dati relativi alla geometria, HEC-RAS permette di georeferenziare sia il tracciato dell'asta fluviale, sia le sezioni fluviali, permettendo così la costruzione di una visualizzazione prospettica del modello e dei suoi risultati in termini di livelli idrici.

L'opzione "Ineffective Areas" permette di definire, per ciascuna sezione, una porzione della stessa che non partecipa attivamente al deflusso: in tali aree, soggette comunque ad allagamento, la velocità di deflusso è molto prossima allo zero. Il volume invasato è incluso nell'equazione di continuità, ma la porzione di perimetro bagnato relativo a tali aree non partecipa al calcolo delle perdite distribuite. Tali aree vengono di solito utilizzate in prossimità di strutture che ingombrano parte della sezione di deflusso e creano delle zone dove effettivamente la velocità di deflusso è prossima allo zero.

È inoltre possibile fissare una quota di disattivazione di tali aree; ovvero quando il livello idrico nella sezione raggiunge o supera tale valore la porzione di sezione viene attivata e partecipa al deflusso.

La contrazione e l'espansione della vena liquida fra due sezioni adiacenti è causa di perdite di carico valutate dal codice di calcolo come concentrate con l'utilizzo di opportuni valori del coefficiente C.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	70	73



Tipici valori, nel caso di correnti lente variano fra 0.1 e 0.3 per il coefficiente di contrazione e fra 0.3 e 0.5 per il coefficiente di espansione. I valori più elevati sono tipici in prossimità dei restringimenti causati dall'ingombro delle spalle e delle pile dei manufatti di attraversamento.

Tali coefficienti sono quindi utilizzati per valutare le perdite di energia a valle e a monte dei ponti inseriti nel modello. Il programma ha la capacità di utilizzare approcci di calcolo differenti per simulare le diverse configurazioni del passaggio della corrente a seconda che l'altezza idrica interessi l'impalcato del ponte e che il deflusso sia in regime di corrente lenta o veloce o passi lo stato critico in corrispondenza dell'attraversamento.

Nel caso di corrente completamente subcritica che non interessa l'impalcato dei ponti, l'effetto di rigurgito indotto dalla presenza delle spalle può essere valutato dal programma mediante diverse opzioni:

- 1 - Standard Step Method;
- 2 - Bilancio delle spinte;
- 3 - L'equazione empirica di Yarnell;
- 4 - Il metodo FHWA WSPRO.

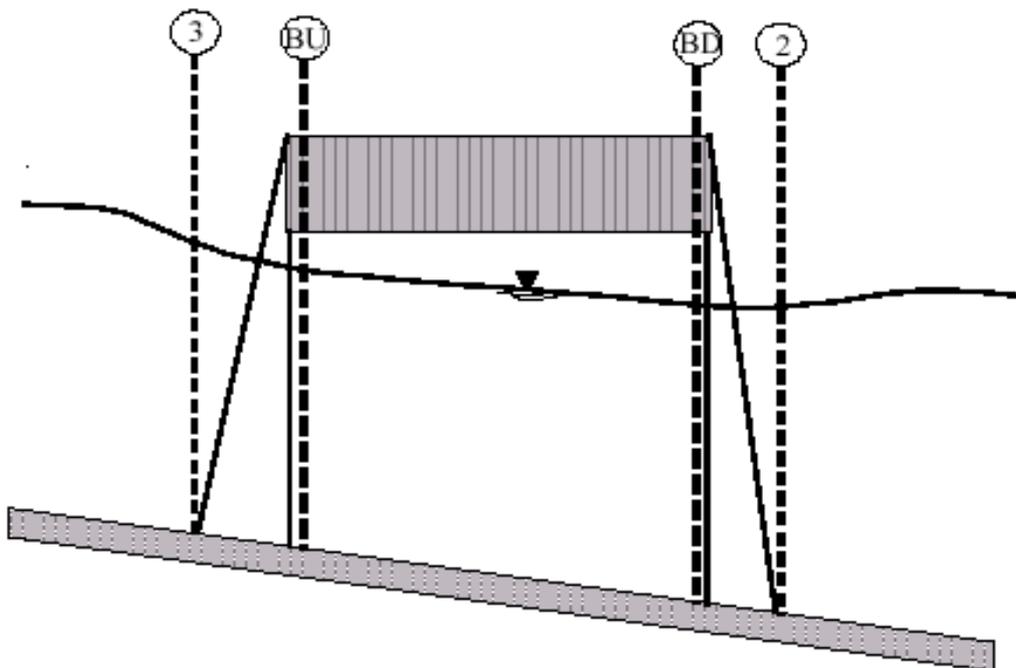


Figura B.1 - Profilo in corrispondenza di un ponte. (dal manuale di HEC-RAS)

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	71	73



Il bilancio delle spinte viene realizzato in un processo con tre step. Nel primo passo si valuta un bilancio tra la sezione 2 e la sezione BD con la seguente equazione:

$$A_{BD} Y_{BD} + \frac{\beta_{BD} Q_{BD}^2}{g A_{BD}} = A_2 Y_2 + \frac{\beta_2 Q_2^2}{g A_2} - A_{pBD} Y_{pBD} + F_f - W_x$$

dove:

- A_2, A_{BD} : area attiva rispettivamente alla sezione 2 e BD,
- A_{pBD} : area ostruita dalla pila nel lato verso valle,
- Y_2, Y_{BD} : distanza verticale dalla superficie dell'acqua al centro di gravità della corrente con area rispettivamente A_2 e A_{BD} ,
- Y_{pBD} : distanza verticale dalla superficie dell'acqua al centro di gravità della parte di pila sommersa nel lato verso valle,
- β_2, β_{BD} : coefficienti per la velocità nell'equazione di bilancio,
- Q_2, Q_{BD} : portata,
- g : accelerazione di gravità,
- F_f : forza esterna dovuta all'attrito, per unità di peso dell'acqua,
- W_x : forza dovuta al peso dell'acqua nella direzione del flusso, per unità di peso dell'acqua.

Nel secondo passaggio l'equazione di bilancio viene risolta tra le sezioni BD e BU:

$$A_{BU} Y_{BU} + \frac{\beta_{BU} Q_{BU}^2}{g A_{BU}} = A_{BD} Y_{BD} + \frac{\beta_{BD} Q_{BD}^2}{g A_{BD}} + F_f - W_x$$

Infine nel terzo passaggio l'equazione di bilancio è fatta tra la sezione BU e la sezione 3:

$$A_3 Y_3 + \frac{\beta_3 Q_3^2}{g A_3} = A_{BU} Y_{BU} + \frac{\beta_{BU} Q_{BU}^2}{g A_{BU}} + A_{pBU} Y_{pBU} + \frac{1}{2} C_D \frac{A_{pBU} Q_3^2}{g A_3^2} + F_f - W_x$$

dove C_D è un coefficiente di flusso attorno alle pile.

L'equazione empirica di Yarnell, con riferimento alla figura precedente, è la seguente:

$$H_{3-2} = 2K(K + 10\omega - 0.6)(\alpha + 15\alpha^4) \frac{V^2}{2g}$$

dove:

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	72	73



- H_{3-2} : dislivello nel pelo libero tra la sezione 3 e la sezione 2,
K: coefficiente di Yarnell di forma delle pile,
 ω : rapporto dell'altezza cinetica sulla profondità alla sezione 2,
 α : area ostruita dalle pile divisa per l'area totale senza ostruzioni alla sezione 2,
V: velocità a valle della sezione 2.

L'altezza del pelo libero nella sezione di monte dell'attraversamento è data dall'altezza a valle sommata alla quantità H_{3-2} , che rappresenta dunque il rigurgito provocato dal ponte.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
28.07.10	Relazione idraulica	2188	05	0	73	73

CAMERA & PARTNERS

20134 MILANO VIA BISTOLFI, 49 TEL.: +39 02.20249775 - 02.20241820
FAX: +39 02.29533690

INFO@CAMERA-PARTNERS.COM
WWW.CAMERA-PARTNERS.COM

MILANO 30 LUGLIO 2010

SPETT.LE
AIPO - MILANO
VIA SASSETTI 32
ALLA C.A. ING. LA MONTAGNA

PER CC.
SPETT.LE
COMUNE DI MONZA
SETTORE EDILIZIA
UFFICIO BENI AMBIENTALI - EDIFICI STORICI

OGGETTO:

**AREA IMMOBILIARE VIA PIAVE 10 /VIA GHILINI
AMBITO 22B - SETTORE 1**

STUDIO DI FILTRAZIONE: INTRODUZIONE E SINTESI DEI RISULTATI

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'ALVEDO 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.

2. SINTESI DEI RISULTATI

LA PRESENTE RELAZIONE RIASSUME I RISULTATI DELLE ANALISI DI FILTRAZIONE ESEGUITE IN PROSSIMITÀ DELL'ALVEDO DEL FIUME LAMBRO IN CORRISPONDENZA

CAMERA & PARTNERS

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'AIPD.

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'ALVEDO 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

CAMERA & PARTNERS

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.

**RELAZIONE IDRAULICA:
PREMESSA E SINTESI DELLE CONCLUSIONI**

1. PREMESSA E SINTESI DELLE CONCLUSIONI

IL PRESENTE STUDIO IDRAULICO HA LO SCOPO DI VERIFICARE LA FATTIBILITÀ DA UN PUNTO DI VISTA IDRAULICO DI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA DI UN'AREA SITA IN TERRITORIO DI MONZA.

TALE AREA RISULTA ATTUALMENTE OCCUPATA DA UN COMPLESSO INDUSTRIALE PREESISTENTE.

L'AREA IN ESAME PRESENTA POTENZIALMENTE PROBLEMATICHE IDRAULICHE LEGATE ALL'ESONDAZIONE DEL FIUME LAMBRO, PERALTRO EVIDENZIATE DALL'ULTIMA PIENA RILEVANTE DEL NOVEMBRE 2002, CHE HA INTERESSATO ANCHE LE ZONE IN PROSSIMITÀ DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO.

IL CORSO D'ACQUA IN OGGETTO FA PARTE DEL RETICOLO IDRICO PRINCIPALE DELLA REGIONE LOMBARDIA, SECONDO QUANTO INDICATO DALLA D.G.R. 7/7868 DEL 2002 E S.M.I..

NELLA SEGUENTE TABELLA SI FORNISCE LO SCHEMA DEI DATI CONTENUTI IN TALE NORMATIVA.

Num. progr.	Denominazione	Comuni attraversati
MI014	Fiume Lambro o Lambro Settentrionale	Albate, Arcore, Biassono, Briosco, Brugherio, Carate Brianza, Cerro Al Lambro, Cologno Monzese, Col Turano, Giussano, Lesmo, Macherio, Mediglia, Melegnano, Milano, Monza, Peschiera Borromeo, San Colombano Al Lambro, San Donato Milanese, San Giuliano Milanese, San Zenone Al Lambro, Sesto San Giovanni, Sovico, Triuggio, Veduggio Con Colzano, Verano Brianza, Villasanta, Vizzolo Predabissi
Foce o sbocco	Tratto classificato come principale	Numero iscrizione elenchi acque pubbliche
Po	Tutto il corso	23

Tab. 1.I - Dati riportati sulla d.g.r. n.8/8127 dell'1 Ottobre 2008 (modifica della 7/7868 del 2002) relativi al tratto di fiume oggetto dell'intervento.

ESSENDO IL LAMBRO UN CORSO IDRICO LE CUI ACQUE SONO PUBBLICHE, VIGE SU DI ESSO LA NORMATIVA RELATIVA AL R.D. 523/1904 ED IN PARTICOLARE QUANTO INDICATO ALL'ART. 96 COMMA F.

PERTANTO GLI INTERVENTI IN ESAME HANNO PRESO IN CONSIDERAZIONE, COERENTEMENTE CON QUANTO RIPORTATO NELLA SUDETTA LEGGE, LE DISTANZE

MINIME DA RISPETTARE. LE NUOVE COSTRUZIONI SONO QUINDI STATE MANTENUTE AD UNA DISTANZA DI 10 M DAL MURETTO DELLA SPONDA SINISTRA DEL LAMBRO, MENTRE NELLO STATO ATTUALE ESSE RISULTANO IN ALCUNI PUNTI POSTE AD UNA DISTANZA LEGGERMENTE INFERIORE.



Figura 1.1 - Interventi in progetto e rispetto della fascia di rispetto del R.D. 523/1904 di 10 m (in rosso tratteggiata).

CAMERA & PARTNERS

NELLA PRESENTE RELAZIONE SI FA DAPPRIMA UN QUADRO DEI PRINCIPALI STUDI RECENTI CHE HANNO INTERESSATO L'AREA, CIOÈ IL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL FIUME PO (P.A.I.) (CAP. 2), L'ANALISI IDRAULICA ALLEGATA AL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DI MONZA (CAP. 3) E LO STUDIO RECENTEMENTE REDATTO DALLO STUDIO PACHECO PER IL COMUNE DI MONZA (CAP. 4).

IL CAPITOLO 5 SVILUPPA IL TEMA DEGLI ALLAGAMENTI VERIFICATISI NEL NOVEMBRE 2002, MENTRE NEL CAP. 6 VENGONO DESCRITTE LE DINAMICHE DI ALLEGAMENTO DEL TERRITORIO IN CUI È COMPRESA L'AREA IN ESAME.

VIENE POI STUDIATO UN MODELLO IDRAULICO A MOTO PERMANENTE CHE, PARTENDO DALLE INFORMAZIONI GEOMETRICHE UTILIZZATE ALL'INTERNO DEL P.A.I. E DA SOPRALLUOGHI LOCALI, INTENDE VERIFICARE, SIA PURE IN MODO APPROSSIMATIVO, LO STATO CONOSCITIVO DERIVANTE DAI SOPRA CITATI STUDI REDATTI PRECEDENTEMENTE.

NELLE APPENDICI SI FORNISCONO I RISULTATI IN FORMA TABELLARE DELLE SIMULAZIONI SVOLTE E LA DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO.

DALL'ANALISI DEGLI ALLAGAMENTI STORICI, DEGLI STUDI PREGRESSI, DETTAGLIATAMENTE ANALIZZATI NELLA PRESENTE RELAZIONE, E DAL MODELLO DI SIMULAZIONE IDRAULICA SVILUPPATO CON HEC-RAS QUI PRESENTATO SI EVIDENZIA CHE INTORNO ALL'AREA IN QUESTIONE NELLE CONDIZIONI ATTUALI SI VERIFICANO BATTENTI IDRICI DI POCHE DECINE DI CENTIMETRI RISPETTO AL PIANO CAMPAGNA, CHE INTERESSANO VIA GIORDANO GHILINI, I FABBRICATI IMMEDIATAMENTE A MONTE E A VALLE E PARTE DI VIA PIAVE, SENZA GIUNGERE ALL'UNICO ACCESSO ATTUALE SITUATO LUNGO VIA PIAVE E QUINDI SENZA INTERESSARE DIRETTAMENTE L'AREA OGGETTO DI STUDIO.

PER QUESTO MOTIVO LA SCELTA PROGETTUALE DI RIALZARE L'AREA IN ESAME DI 80 CM RISPETTO AL PIANO STRADALE DI VIA GHILINI, FORNISCE UN ADEGUATO FRANCO DI SICUREZZA NEI CONFRONTI DEGLI ALLAGAMENTI IN RELAZIONE A QUANTO PREVISTO DAI MODELLI IDRAULICI E NON MODIFICA LE ATTUALI DINAMICHE DI PIENA NELL'AREA DI ESONDAZIONE.

**RELAZIONE AL PROGETTO:
SITISI DELLE CARATTERISTICHE PROGETTUALI – INSEDIATIVE**

LA PROPOSTA DI PROGETTO PER L'AREA IN TRASFORMAZIONE IN OGGETTO, CONFORMEMENTE AGLI STUDI IDROGEOLOGICI SOPRA RIPORTATI IN SINTESI, INTENDE RISPONDERE AI VINCOLI IDROGEOLOGICI SEGUENTI, SECONDO LA MODALITÀ INDICATA:

- 1) DISTANZA DALL'ARGINE (MURETTO DI SPONDA SINISTRA) DEL LAMBRO MAGGIORE/UGUALE DI 10 METRI:
 - AL "CORPO A" (VEDI RELAZIONE) CHE COSTEGGIA VIA GHILINI VIENE SOTTRATTA UNA FETTA TALE ARRETRARE LA FACCIATA OLTRE LA FASCIA DI RISPETTO.

- 2) DISTANZA DI RISPETTO DALLE ROGGE PRESENTI SULL'AREA MAGGIORE/UGUALE DI 4 METRI:
 - LA PRESENZA DELLA ROGGIA DI S. VITTORE, IN PROSSIMITÀ DEL CONFINE EST DELL'AREA DI PROGETTO, DETERMINA L'ARRETRAMENTO VERSO OVEST DEL NUOVO "CORPO D" DAL SUDDETTO CONFINE EST, IDENTIFICANDO UNA SERIE DI AREE A VERDE PRIVATE.
 - LA PRESENZA DELLA ROGGIA CHE TAGLIA DIAGONALMENTE L'AREA DI PROGETTO, DETERMINA L'ARRETRAMENTO VERSO NORD DEL NUOVO "CORPO C" E LA SOTTRAZIONE DI UNA PARTE DI VOLUME DAL RECUPERATO "CORPO B".

- 3) CREAZIONE DI UN ARGINE IN SOSTITUZIONE DELLA CONTINUITÀ DATA DAL FRONTE ESISTENTE SU VIA GHILINI DEL CORPO "A":
 - IL NUOVO SPAZIO APERTO SU VIA GHILINI E DAL QUALE SI HA ACCESSO A TUTTI I CORPI RESIDENZIALI È POSTO A QUOTA + 80 RISPETTO IL PIANO STRADALE DI VIA GHILINI.

RELAZIONE ARCHITETTETTONICA AL PROGETTO

INDICAZIONE PER AMBITI DI DOCUMENTO DI PIANO (PGT)
DA DOCUMENTO AMBITO 22B (ALLEGATO)

CIRCOSCRIZIONE	N°	2
ST - SUPERFICIE TERRITORIALE	MQ	10625.00
TIPOLOGIA DELL'AMBITO	ZONA	CD-SP
CONCENTRAZIONE EDIFICATORIA	MQ	6608.00
AREE PER SERVIZI INDIVIDUATE	MQ	4024.00
SLP RESIDENZIALE (IPOTIZZATA)	MQ	5207.00
SLP TERZIARIO COMMERCIALE (IPOTIZZATA)	MQ	1115.50
SLP COMMERCIALE GRANDE DISTRIBUZIONE	MQ	-
SLP PRODUTTIVA (IPOTIZZATA)	MQ	1115.50
SLP SERVIZI GENERALI	MQ	-
SLP TOTALE (ESCLUSI SERVIZI)	MQ	7438.00

AMBITO 22B

- **SETTORE 1** PROPRIETÀ IMMOBILIARE PIAVE 83
- **SETTORE 2** ALTRA PROPRIETÀ

CALCOLO PARAMETRI URBANISTICI AMBITO 22B RELATIVAMENTE AI DUE SETTORI
IDENTIFICATI:

ST (SUPERFICIE TERRITORIALE)

AREA		
- TOTALE (DA DOCUMENTO AMBITO 22B ALLEGATO)	MQ	10625.00
- SETTORE 1 (RILEVATA)	MQ	7124.60
- SETTORE 2 (RILEVATA)	MQ	3500.40

SVILUPPO SETTORE 1

AREE PER SERVIZI INDIVIDUATE:

AREA

CAMERA & PARTNERS

-	TOTALE (DA DOCUMENTO AMBITO 22B ALLEGATO)	MQ	4024.00
-	SETTORE 1		
	$10625/4024 = 7124.60 / X$		
	$X = 4024 * 7124.60 / 10625$	MQ	2698.30

SLP TOTALE ESCLUSI I SERVIZI:

AREA

-	TOTALE (DA DOCUMENTO AMBITO 22B ALLEGATO)	MQ	7438.00
-	SETTORE 1		
	$10625/7438 = 7124.60 / X$		
	$X = 7438 * 7124.60 / 10625$	MQ	4987.56

DESTINAZIONI AMMISSIBILI:

	80% = LIBERA	(56% DEL TOTALE)
70% = RESIDENZA		
	20% = CONVENZIONATA	(14% DEL TOTALE)
30% = FUNZIONI COMPATIBILI		(30% DEL TOTALE)
	(TERZIARIO/DIREZIONALE/COMMERCIALE/PRODUTTIVO)	

SVILUPPO SETTORE 1

IPOTESI DIMENSIONALI

SLP TOTALE REALIZZABILE = **MQ = 4987.56**

CALCOLO PERCENTUALI DESTINAZIONI:

SLP RESID. LIBERA	(56%)	$4987.56 * 0.56$	MQ = 2793.03
SLP RESID. CONV.	(14%)	$4987.56 * 0.14$	MQ = 698.26
SLP FUNZIONI COMP.	(30%)	$4987.56 * 0.30$	MQ = 1496.27

L'AREA E IL SUO IL CONTESTO:

L'AREA, OGGETTO DEL PROGETTO PRELIMINARE, È POSTA NELLA PARTE CENTRALE DEL GRANDE ISOLATO CHE SI SVILUPPA SUBITO A EST DEL FIUME LAMBRO, A SUD DI VIA MENTANA A OVEST DI VIA PIAVE E A NORD DI VIA TIMAVO.

CAMERA & PARTNERS

CON UNA FORMA RETTANGOLARE DI DIMENSIONI DI 70 X 100 METRI HA UNA SUPERFICIE DI CIRCA 7000 MQ.

ATTUALMENTE L'ACCESSO AVVIENE DA VIA PIAVE ATTRAVERSO UN'ALTRA PROPRIETÀ, MENTRE L'UNICO LATO TANGENTE A SPAZIO PUBBLICO, QUELLO OVEST SU VIA GHILINI, NON PRESENTA ALCUN ACCESSO.

L'AREA, IN ORIGINE, PARTE DI UN PIÙ GRANDE COMPLESSO MANIFATTURIERO, E DA ALCUNI DECENNI NON OCCUPATA DA ALCUNA ATTIVITÀ; AL SUO INTERNO SONO PRESENTI QUATTRO CORPI DI FABBRICA CON LE SEGUENTI CARATTERISTICHE:

CORPO A :

CHIUDE L'AREA VERSO VIA GHILINI, È COMPOSTO DA PIÙ EDIFICI SULLA STESSA SEZIONE LARGA CIRCA 10 METRI, CON UNA QUOTA DI GRONDA DI 4.50 METRI E DI COLMO DI 7 METRI. HA UNA SUPERFICIE DI CIRCA 1200 MQ.

CORPO B :

POSIZIONATO NELLA FASCIA CENTRALE DEL LOTTO IN ADERENZA CON IL CONFINE SUD DELL'AREA, È COSTITUITO SU UN IMPIANTO A DOPPIA NAVATA PER UNA LARGHEZZA TOTALE DI METRI 20 E UNA LUNGHEZZA DI METRI 45, HA DUE ALTI PIANI FUORI TERRA PER UN TOTALE ALLA GRONDA DI 10.50 METRI E 13.20 AL COLMO. È L'EDIFICIO PIÙ GRANDE PRESENTE NEL LOTTO E SENZ'ALTRO QUELLO DI MAGGIOR VALORE ARCHITETTONICO IN QUANTO È CARATTERIZZATO, NELL'IMPIANTO, DA GRANDE RESPIRO E REGOLARITÀ (PIANI ALTI CIRCA 6 METRI), NEL LINGUAGGIO DA ELEMENTI TRATTI DALLA MIGLIORE TRADIZIONE LOMBARDA. IL PROSPETTO OVEST PRESENTA UNA SERIE DI NOVE CAMPATE DEFINITE DA UN DISEGNO DI LESENE IN MATTONI E CEMENTO CHE TERMINA IN ALTRETTANTI CORNICIONI SAGOMATI SU TIMPANI "A VENTO" NASCONDENDO ALLA VISTA LA FALDA DEL TETTO. HA UNA SUPERFICIE DI CIRCA 1900 MQ.

CAMERA & PARTNERS

CORPO C :

IL CORPO C, POSIZIONATO A NORD DEL PRECEDENTE CORPO B, NELLA FASCIA CENTRALE DEL LOTTO, È COSTITUITO DA DUE EDIFICI ETEROGENEI CON DIVERSO ORIENTAMENTO DELLE FALDE DEL TETTO CON DIMENSIONE TOTALE IN PIANTA DI METRI 20 X 50. HA UN SOLO PIANO FUORI TERRA PER UN ALTEZZA DI GRONDA DI CIRCA 6.00 METRI. HA UNA SUPERFICIE DI CIRCA 1000 MQ.

CORPO D :

SI POSIZIONA LUNGO IL LATO EST DELL'AREA, AL CENTRO DELL'ISOLATO. E' COSTITUITO DA PIÙ EDIFICI SENZA SOLUZIONE DI CONTINUITÀ DEFINITI DA UNA STESSA SEZIONE COMPOSTA DA DUE CAMPATE CIASCUNA DI 10 METRI PER UN TOTALE IN PIANTA DI METRI 100 X 20.

HA UN SOLO PIANO PER UN'ALTEZZA RISPETTIVAMENTE DI GRONDA E DI COLMO DI METRI 4.60 E 7.20 E UNA SUPERFICIE TOTALE DI CIRCA MQ 2000.

IL PROGETTO:

LA PROPOSTA DI PROGETTO CON L'OCCASIONE DI UN CAMBIAMENTO DI DESTINAZIONE FUNZIONALE DA INDUSTRIALE A RESIDENZIALE E ATTIVITÀ COMPATIBILI SI MUOVE COI I SEGUENTI OBIETTIVI:

- RIDARE ALLA CITTÀ UN BRANO DI TERRITORIO DA SEMPRE AVULSO DAL SUO TESSUTO ATTRAVERSO LA CREAZIONE DI NUOVI ELEMENTI DI CONNESSIONE E/O MODALITÀ DI PERCEZIONE.
- EVITARE LA PERDITA DELLA MEMORIA DELL'ATTIVITÀ INDUSTRIALE CHE HA CARATTERIZZATO IL SITO, COME TUTTO IL COMPARTO DELLA CITTÀ CUI APPARTIENE, NEL CORSO DEI SECOLI XIX E XX.

CAMERA & PARTNERS

LA PRESENZA DEL FIUME LAMBRO CON IL CONNESSO SISTEMA DEL VERDE APPARE UN NECESSARIO PUNTO DI PARTENZA PER CONNOTARE IL “RIBALTAMENTO” DELL’APERTURA DELL’AREA DI PROGETTO DALL’ATTUALE ACCESSO DA VIA PIAVE QUELLO PREVISTO SU VIA GHILINI. NEL NUOVO “ENCLAVE” RESIDENZIALE IL “PESO” DEL COLLEGAMENTO VIENE ULTERIORMENTE EVIDENZIATO DALL’IDENTIFICAZIONE PERCETTIVA DI UN LEGAME TRA IL NUOVO SPAZIO PUBBLICO, POSTO AL CENTRO DEL COMPLESSO E LA CHIESETTA DI SAN GREGORIO POSTA AL DI LÀ DEL LAMBRO, SULL’ALTRO ARGINE.

LA ROGGIA, IDENTIFICATA NELLE TAVOLE DEI VINCOLI AMBIENTALI DEL PIANO DELLE REGOLE DEL PGT, DÀ ADITO AL SOSTANZIARE, CON UN SEGNO D’ACQUA, IL MARGINE NORD DELLA PIAZZETTA, LA SUA MEMORIA E L’ASSE VIRTUALE CON LA CHIESETTA PRECEDENTEMENTE INDICATO.

LA PREESISTENZA DELLA CIMINIERA POSTA SULL’AREA DELLA PROPRIETÀ CONFINANTE A EST, SIMBOLO DELLA PASSATO INDUSTRIALE DEL SITO, SI FA ASSE DI RIFERIMENTO VERSO QUELLA DIREZIONE NELLA CONFIGURAZIONE DEL NUOVO SPAZIO PUBBLICO.

IL SECONDO OBIETTIVO VIENE PERSEGUITO ATTRAVERSO UN PROGRAMMA COMPOSITIVO CHE HA COME PROTAGONISTA IL CORPO B ESISTENTE.

L’EDIFICIO IN GRAN PARTE MANTENUTO E VALORIZZATO SOPRATTUTTO NELLO SPECIFICO VALORE FORMALE DELLA SUA FACCIATA OVEST, DA SEMPRE INVISIBILE, NASCOSTA DALLA CORTINA MURARIA CONTINUA SU VIA GHILINI , SI FA ANCHE PRINCIPIO GENERATORE VOLUMETRICO DI UN NUOVO CORPO “C” CON CUI ISTITUIRE, ANCHE AL LIVELLO DEL LINGUAGGIO, DEI PRINCIPI COMPOSITIVI E CONCEZIONE STRUTTURALE, ELEMENTI DI CONTINUITÀ E DI DIFFERENZA.

LA PRESENZA DEL VINCOLO DELLA ROGGIA, GIÀ INDIVIDUATO, PROVOCA SULLA TESTATA NORD DEL CORPO “B” ESISTENTE UNA SOTTRAZIONE DI VOLUME CHE, “FODERATA” CON UNA FACCIATA CONTEMPORANEA IN METALLO E VETRO, PERSEGUE UN DUPLICE OBIETTIVO. DEFINIRE IL MARGINE DELLO SPAZIO PUBBLICO

CAMERA & PARTNERS

A SUD E AGIRE CON UN ATTO DI MODIFICAZIONE SUL MANUFATTO ESISTENTE PER RENDERE “VISIBILE” IL PROCESSO DI TRASFORMAZIONE IN ATTO: “MODIFICAZIONE IN ARCHITETTURA NON SIGNIFICA ALTRO CHE IL RICONOSCIMENTO DI CARATTERISTICHE E DI QUALITÀ NELLA REALTÀ E LA LORO TRASFORMAZIONE IN UNA NUOVA FORMA DI QUALITÀ” (OSWALD MATHIAS UNGERS).

NEL RECUPERATO CORPO “B” E NEL NUOVO CORPO “C” VIENE COLLOCATA LA DESTINAZIONE RESIDENZIALE CON TIPOLOGIE AD APPARTAMENTI SU UN PIANO E SU DUE PIANI.

UN FRAMMENTO DEL VOLUME DEL CORPO “A” ESISTENTE VIENE RIPROPOSTO PER SUO RICONOSCIUTO VALORE STORICO DI DEFINIZIONE DI “MARGINE” DI VIA GHILINI E , PER ALMENO IL SUO PRIMO TRATTO NORD, PER IL CONTRIBUIRE NEL PERSISTERE DI UN DEBOLE TESSUTO URBANO.

NEL NUOVO CORPO “A” È COLLOCATA LA RESIDENZA CONVENZIONATA CON UNA TIPOLOGIA CHE PREVEDE ALLOGGI CON ACCESSO DIRETTO DALL’ESTERNO ATTRAVERSO PICCOLI GIARDINI DI PROPRIETÀ.

COMPLETA L’INTERVENTO UN NUOVO CORPO “D” CHE SI APPOGGIA LUNGO IL LATO CIECO A EST DELL’AREA. QUI È PROPOSTA UNA TIPOLOGIA A PATIO CHE PERMETTE DI REALIZZARE SU UNA ALTEZZA DETERMINATA DALLA COPERTURA DALL’EDIFICIO POSTO SULLA PROPRIETÀ CONFINANTE (H 4.35 METRI) UN NUOVO CORPO PROFONDO IN CUI LA COPERTURA PIANA A TERRAZZO E GIARDINI PENSILI È ARTICOLATA DA FRAMMENTI DI TETTO A FALDA CHE NE DENUNCIANO ANCHE IL PRINCIPIO AGGREGATIVO NELLE SINGOLE UNITÀ IMMOBILIARI DESTINATE A FUNZIONI COMPATIBILI ALLA RESIDENZA (TERZIARIO, DIREZIONALE, COMMERCIALE, PRODUTTIVO).

LA PROPRIETÀ

I PROGETTISTI

.....