

Committente:



AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.P.A.

Via Camboara 26/A - Frazione Ponte Taro - 43015 NOCETO (PR)

Impresa Esecutrice:



**AUTOSTRADA DELLA CISA A15
RACCORDO AUTOSTRADALE A15/A22
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENO-BRENNERO
RACCORDO AUTOSTRADALE FRA L' AUTOSTRADA DELLA CISA-FONTEVIVO (PR)
E L' AUTOSTRADA DEL BRENNERO-NOGAROLE ROCCA (VR). I LOTTO.**

C.U.P. G61B04000060008

C.I.G. 307068161E

PROGETTO ESECUTIVO

AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.p.A.

Il Direttore TIBRE:

Il Responsabile del Procedimento:

Il Presidente:

(Handwritten signatures in blue ink)

IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.

Il Responsabile di Progetto
Il Direttore Tecnico: *Don. Ing. Luca Bordinelli*

Il Geologo:
N. A.

PROGETTAZIONE DI:



A.T.I.:

idroesse
engineering
MANDATARIA

ROCKSOUL Sp.A.
MANDANTE

VIA
INGEGNERIA S.r.l.
MANDANTE

Il Progettista:

Ing. Fabio Nigrelli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo n. 3581

Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione:

Ing. Giovanni Maria Cepparotti

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo n. 392

Consulenza specialistica a cura di:

N.A.

Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche:

Impresa Pizzarotti & C. S.p.A.

Ing. Pietro Mazzoli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 821

Titolo Elaborato:

**Asse principale
Smaltimento e trattamento acque di piattaforma
Asse ATST da sp. nord ponte fiume Taro (km 2+371,62)
a casello Treacasali (km 7+150)
TA-P03 - Relazione verifiche di filtrazione**

Data Emissione Progetto:

18/03/2014

Scala:

Identif. Elaborato:

N.RO IDENTIFICATIVO	CODICE COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	AMBITO	CAT OPERA	N OPERA	PARTE OP	TIPO DOC	N Progr. Doc.	REV.
	RAAA	1	E	I	AP	ST	03	G	RE	001	A

Rev.	Data	DESCRIZIONE REVISIONE	Redatto	Controllato	Approvato
A	12/12/2014	RIEMMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO	BROGIN	NIGRELLI	MAZZOLI

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE.....	3
2	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	4
3	VERIFICHE DI SICUREZZA NEI CONFRONTI DEL RISCHIO DI SIFONAMENTO.....	8

1 INTRODUZIONE

La presente relazione descrive gli approfondimenti relativi alla compatibilità idraulica dell'unità di trattamento acque di piattaforma denominata TAP-03 con particolare riferimento ai moti di filtrazione derivanti dalla presenza dell'argine maestro di Taro presente a breve distanza dall'area di interesse.

2 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per l'inquadramento geotecnico dei terreni nell'area interessata dalla vasca di raccolta disposta parallela al tracciato stradale circa tra le progressive 3+000 e 3+200, si è fatto riferimento alle tavole e alle relazioni del progetto esecutivo del Raccordo autostradale A15/A22 "Corridoio plurimodale Tirreno-Brennero" del 18/03/2014.

In Figura 1 si riporta un estratto della planimetria con il tracciato stradale e l'ubicazione delle indagini svolte dal 1986 al 2013. Nel tondo in rosso viene indicata l'area di interesse dove è situata l'unità di trattamento TAP-03 delle acque di pattatura, mentre in verde sono evidenziate le indagini a cui si è fatto riferimento.

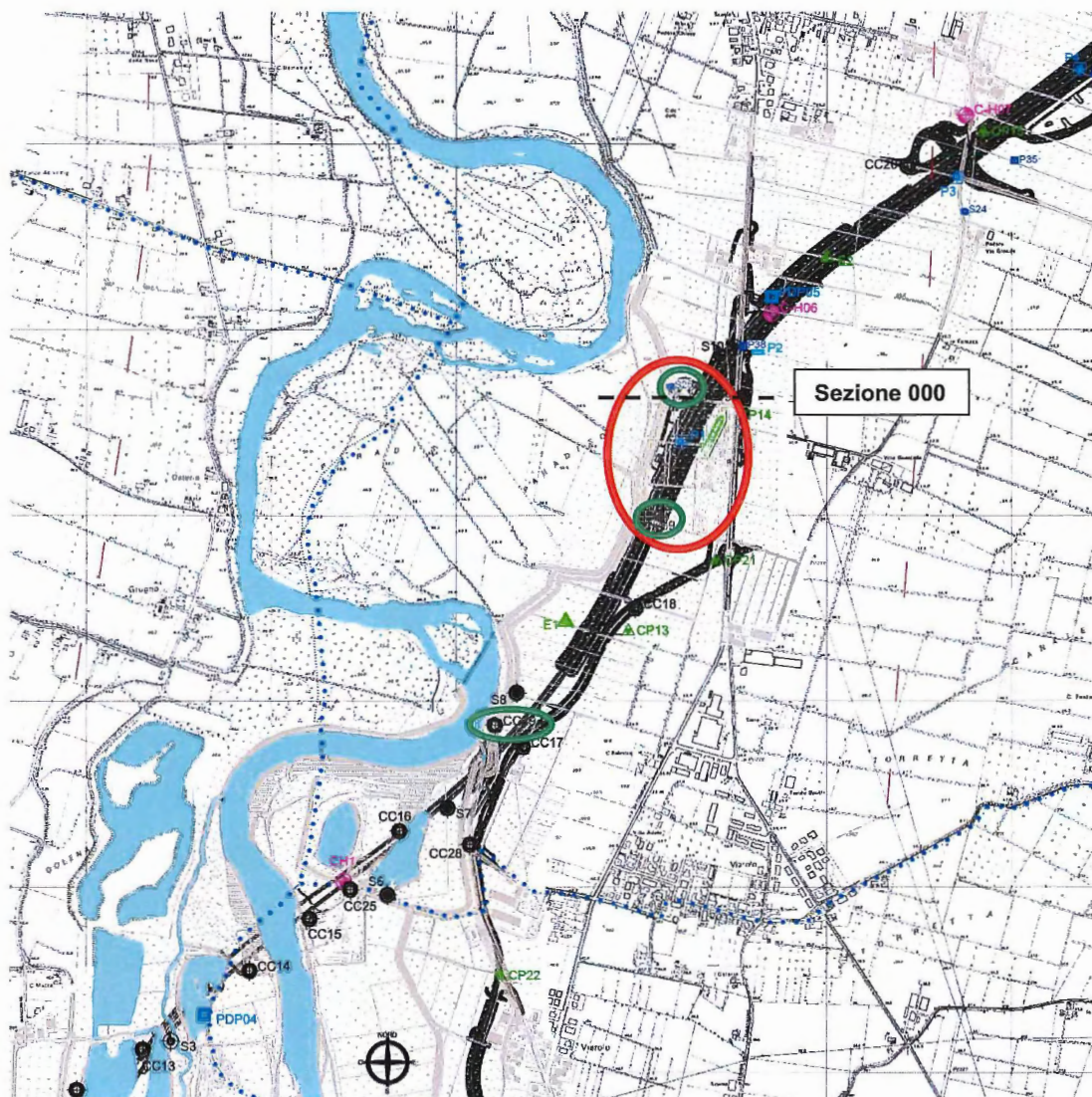


Figura 1 – Estratto planimetria di progetto con ubicazione indagini

CAMPAGNA INDAGINI 2013

- CC01 Sondaggi a carotaggio continuo
- PDP01 Prove penetrometriche statiche a punta elettrica con preforo a distruzione di nucleo
- CCP01 Prove penetrometriche statiche a punta elettrica con preforo a carotaggio continuo
- PU01 Prove penetrometriche statiche a punta elettrica
- ▲ CP01 Pozzetti esplorativi
- C-H01 Indagine sismica Cross-Hole
- SIS01+TE01 Prospezione sismica a rifrazione e tomografia elettrica

CAMPAGNA INDAGINI 2005

- S10 Sondaggi a carotaggio continuo
- P8 Prove penetrometriche statiche a punta elettrica
- ▲ E10 Pozzetti esplorativi
- CH1 Sondaggi a distruzione per indagine sismica Cross-Hole

CAMPAGNA INDAGINI 2003

- S8 Sondaggi a carotaggio continuo
- P2 Prove penetrometriche statiche a punta elettrica
- ▲ E1 Pozzetti esplorativi

CAMPAGNA INDAGINI 2001

- S5 Sondaggi a carotaggio continuo

CAMPAGNA INDAGINI 1998

- P49 Prove penetrometriche statiche a punta meccanica

CAMPAGNA INDAGINI 1986

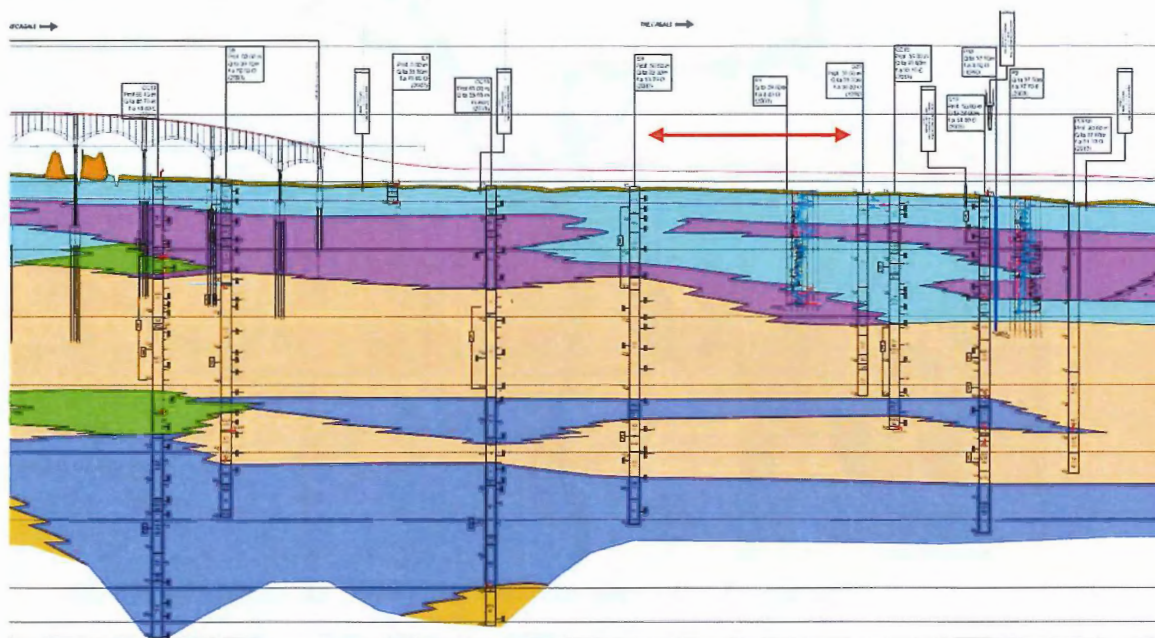
- S32 Sondaggi a carotaggio continuo
- P38 Prove penetrometriche statiche a punta meccanica

Figura 2 – Legenda indagini

In corrispondenza della vasca di raccolta si hanno a disposizione n. 2 sondaggi a carotaggio continuo: "S25" spinto sino a -30 m da p.c., realizzato durante la campagna di indagine del 1986 ed "S9" spinto sino a -50 m da p.c., eseguito nell'anno 2003.

Ai fini della caratterizzazione geotecnica del rilevato arginale esistente in sponda destra del fiume Taro si è fatto riferimento al sondaggio "CC29" eseguito dalla sommità arginale durante la campagna geognostica del 2013 e spinto sino a 10 m di profondità.

Nella successiva Figura 3 si riporta un estratto del profilo geotecnico dei terreni nel tratto di interesse (evidenziato con freccia rossa).


Figura 3 – Estratto profilo geotecnico

UNITA' GEOTECNICHE	
R	SUOLO AGRARIO
R	ARGINI E/O RILEVATI IN TERRA
R	RIPIAMENTI E/O CUMULI DI CAVA
R	RILEVATI STRADALI
G1-sx	GHIAIE SUPERFICIALI IN SPONDA SINISTRA DEL FIUME TARO
G1-dx	GHIAIE SUPERFICIALI IN SPONDA DESTRA DEL FIUME TARO
G2	GHIAIE PROFONDE
S	SABBIE
L-sx	LIMI IN SPONDA SINISTRA DEL FIUME TARO
L-dx	LIMI IN SPONDA DESTRA DEL FIUME TARO
A-sx	ARGILLE IN SPONDA SINISTRA DEL FIUME TARO
A1-dx	ARGILLE SUPERFICIALI IN SPONDA DESTRA DEL FIUME TARO
A2-dx	ARGILLE PROFONDE IN SPONDA DESTRA DEL FIUME TARO
*****	PRESENZA DI PICCOLI RESTI VEGETALI / ORGANICI

Figura 4 – Legenda unità geotecniche

Dall'analisi delle indagini condotte nell'area di interesse, con riferimento alla nomenclatura del progetto esecutivo, sono presenti tre unità geotecniche:

- L-dx limi in sponda destra del fiume Taro;
- A1-dx argille superficiali in sponda destra del fiume Taro;
- G1-dx ghiaie superficiali in sponda destra del fiume Taro.

La successione stratigrafica riportata in Figura 3, è la seguente:

- al di sotto del piano campagna, posto a quota $+39.5 \div +40$ m s.l.m. si ha uno strato di spessore 5 m di terreno di natura limosa;
- da -5 m sino a $-7 \div -8$ m da p.c. si ha la presenza di materiale di natura argillosa;
- più in profondità si incontra ancora uno strato di terreno limoso con spessore variabile da 4.5 m a 10 m;
- a seguire si ha uno strato di circa 2 m di terreni argillosi;
- al di sotto dei terreni di natura coesiva si rileva la presenza di un banco di materiale di natura ghiaiosa sino a $-31 \div -32$ m da p.c..

Il rilevato arginale, di altezza 3.5 m nel tratto di interesse, risulta costituito da materiali di natura prettamente limosa, come rilevato dal sondaggio "CC29" e dalle analisi granulometriche condotte sui campioni prelevati nel corso del sondaggio stesso.

Per determinare il coefficiente di permeabilità dei terreni di fondazione si è fatto riferimento alle prove di permeabilità tipo Lefranc condotte in sito in corrispondenza dei sondaggi "CC16" e "CC17" del 2013. Negli strati coesivi sono state condotte prove di permeabilità a carico variabile da cui si è stimato un coefficiente di permeabilità pari a circa 5×10^{-9} m/s, mentre nel banco ghiaioso sono state condotte prove di permeabilità a carico costante da cui si è stimato $k = 1 \div 4 \times 10^{-4}$ m/s.

Dai rilievi piezometrici condotti in prossimità dell'area in esame, la falda è stata rilevata alla quota +37.5 m s.l.m. circa, ovvero a 2÷2.5 m di profondità dal piano campagna attuale.

Si riportano in Tabella I i valori del coefficiente di permeabilità dei terreni di fondazione e del materiale costituente il rilevato arginale, utilizzati per le verifiche di filtrazione e nei confronti del rischio di sifonamento riportate nel paragrafo successivo.

Per i materiali che costituiscono il rilevato arginale è stato assunto un coefficiente di permeabilità $k = 1 \times 10^{-6}$ m/s, considerata la natura prettamente limosa dei terreni rilevati nel sondaggio "CC29" eseguito dalla sommità arginale.

Tabella I – Coefficiente di permeabilità dei terreni

Materiale	Coefficiente di permeabilità k [m/s]
Rilevato arginale	1×10^{-6}
Limo-L dx	1×10^{-6}
Argilla-A1 dx	1×10^{-7}
Ghiaia-G1 dx	5×10^{-5}

3 VERIFICHE DI SICUREZZA NEI CONFRONTI DEL RISCHIO DI SIFONAMENTO

Le verifiche di sicurezza nei confronti del pericolo di sifonamento sono state condotte per la **sezione 000** della vasca di laminazione, ubicata nella planimetria in Figura 1 e in Figura 5:

Le verifiche sono state condotte assumendo le seguenti condizioni:

- livello del fiume Taro corrispondente alla piena con $T_r = 200$ anni (+43.15 m s.l.m.);
- quota della falda cautelativamente assunta coincidente con il fondo dello scavo per la realizzazione della vasca.

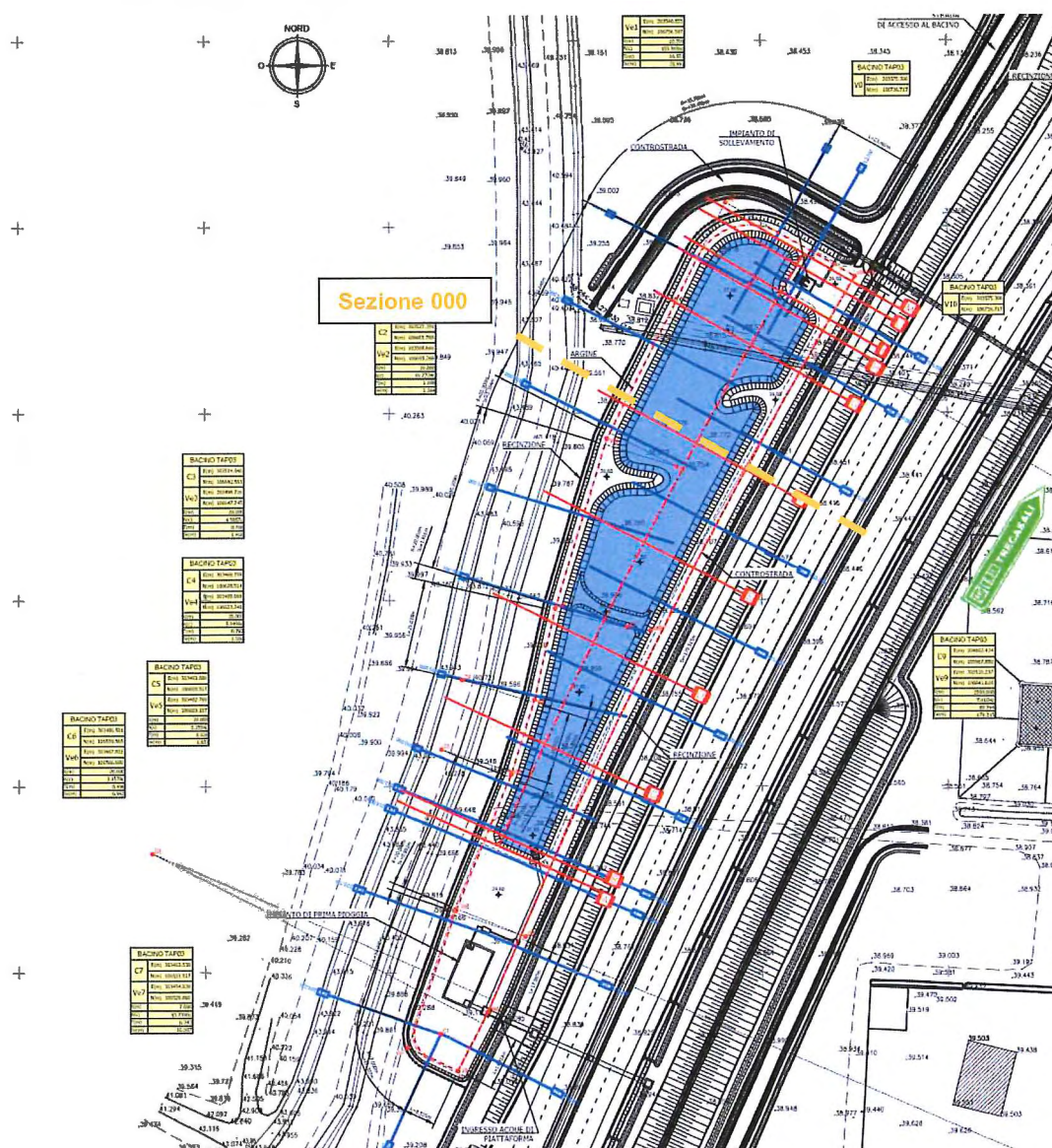


Figura 5 – Planimetria vasca di laminazione

Si riporta nella seguente tabella, in dettaglio, la stratigrafia di calcolo utilizzata nelle verifiche di filtrazione del rilevato arginale per la sezione analizzata.

Tabella II – Sezione 000: stratigrafia di calcolo

Materiale	da [m da p.c.]	a [m da p.c.]	Coefficiente di permeabilità k [m/s]
Rilevato arginale	+3.5	0	1×10^{-6}
Limo-L dx	0	-5	1×10^{-6}
Argilla-A1 dx	-5	-7.8	1×10^{-7}
Limo-L dx	-7.8	-17.8	1×10^{-6}
Argilla-A1 dx	-17.8	-20.1	1×10^{-7}
Ghiaia-G1 dx	-20.1	-25	5×10^{-5}

Con il codice di calcolo Slide (ver. 6.025) è stata svolta l'analisi della filtrazione in moto permanente. Nelle figure seguenti si riportano il modello di calcolo e l'andamento del gradiente idraulico verticale i_y per la sezione 000.

Sezione 000 - Livello $T_r = 200$ anni: +43.15 m s.l.m.

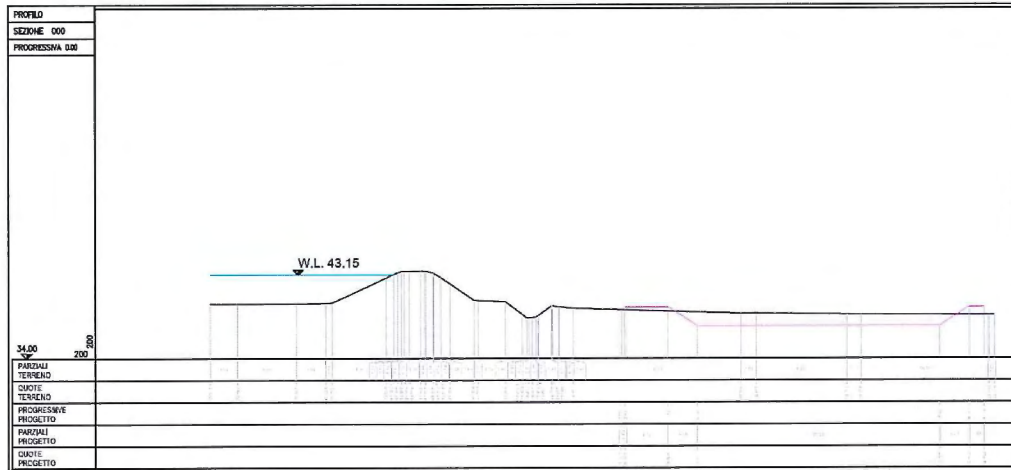


Figura 6 – Sezione 000: modello di calcolo per analisi di filtrazione

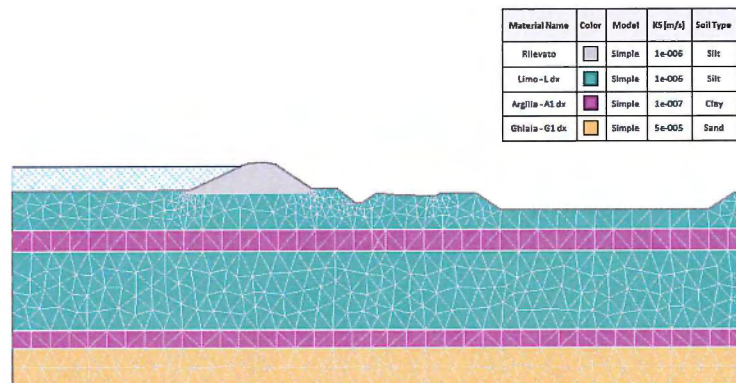


Figura 7 - Sezione 000: modello di calcolo per analisi di filtrazione

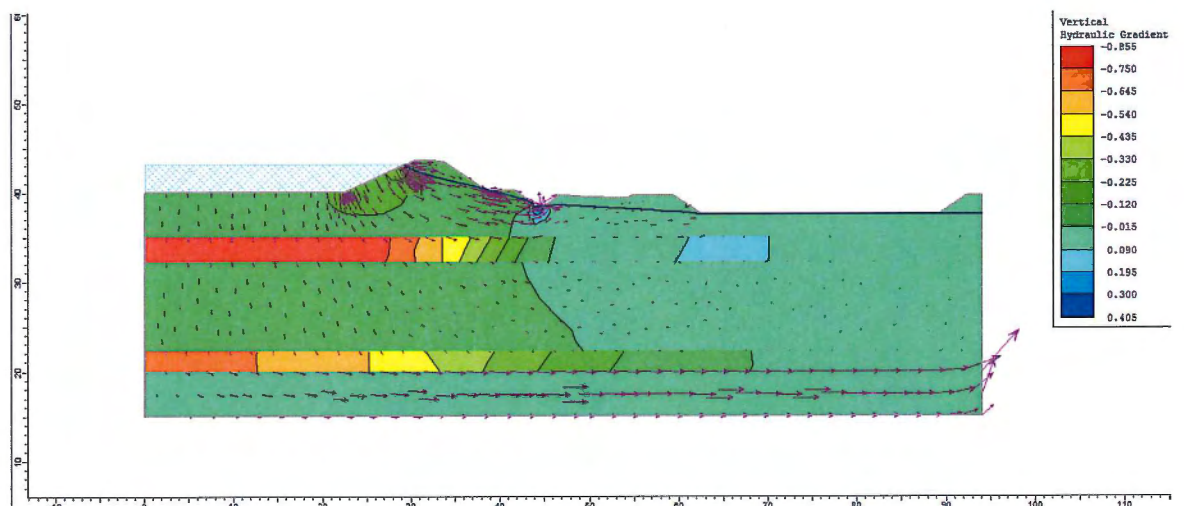


Figura 8 - Sezione 000: gradiente idraulico verticale in condizioni di piena $T_r = 200$ anni

Il massimo gradiente idraulico è pari a circa 0.3 e si verifica al piede del rilevato arginale, mentre nella zona interessata dallo scavo per la realizzazione della vasca di laminazione si hanno valori di gradiente più bassi, pari a circa 0.1.

La verifica di sicurezza nei confronti del pericolo di sifonamento viene svolta determinando il coefficiente di sicurezza F :

$$F = \frac{i_c}{i_E}$$

dove $i_c = \gamma'/\gamma_w \approx 1$ è il gradiente idraulico critico e i_E è il gradiente idraulico in uscita dalla zona interessata.

Per garantire condizioni di sicurezza nei confronti del rischio di sifonamento si raccomandano valori del coefficiente F maggiori di 2 (Colombo, Colleselli – Elementi di Geotecnica 3ed). Per la sezione verificata tale condizione è ampiamente soddisfatta con $i_E \approx 0.3$ e $F \approx 3$.