



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

MAGISTRATO ALLE ACQUE

NUOVI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DI VENEZIA

LEGGE 29/11/1984 N. 798

ATTO ATTUATIVO N. 7395 DEL 23/11/1993 ALLA CONV. REP. 7191 DEL 04/10/1991

INTERVENTI PER L'ARRESTO E L'INVERSIONE DEI PROCESSI DI DEGRADO
DELLA LAGUNA


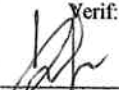


CONCESSIONARIO: CONSORZIO "VENEZIA NUOVA"

INTERVENTI DI SISTEMAZIONE DEL CANALE
INDUSTRIALE SUD A PORTO MARGHERA
4° STRALCIO – SPONDA SUD E DARSENA TERMINALE

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI
DELLE OPERE IN SPONDA SULLE FALDE

Dicembre 2002

| COORDINAMENTO | PROGETTAZIONE | |
|--|---|--|
|  <p>CONSORZIO VENEZIA NUOVA</p> <p>Ing. JOHANN STÖCKER</p> <p>Verif: </p> <p>Contr.: </p> | <p>PROTECNO</p> <p>Protecno s.r.l. – Padova</p> <p>Direttori tecnici: Prof. Ing. A. Adami Dott. Ing. C. Comola</p> <p>Collaboratori: Dott. Ing. A. Venuti</p> |  <p>Responsabile della progettazione: Dott. Ing. V. Altieri</p> <p>Direttore Tecnico: Dott. Ing. E. Altieri</p> |
| Elaborato E | 149/002/RT05/EE/030330/1 | M 0016 PD RL A 0005 |

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | Inquadramento idrogeologico | 2 |
| 2. | Effetto delle opere in sponda sulle falde | 5 |
| 2.1. | IMPATTI LOCALI | 5 |
| 2.1.1. | Falda superficiale | 5 |
| 2.1.2. | “Prima falda” | 7 |
| 2.1.3. | “Seconda falda” | 10 |
| 2.2. | MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA NUMERICA DELLA “SECONDA FALDA” | 11 |
| 2.2.1. | Premessa | 11 |
| 2.2.2. | Il modello utilizzato | 13 |
| 2.2.3. | Le simulazioni | 23 |
| 2.2.4. | Risultati ottenuti | 38 |
| 2.3. | IMPATTI CONNESSI ALL’INTERVENTO | 40 |
| 2.3.1. | Impatti connessi allo specifico intervento | 40 |
| 2.3.2. | Impatti connessi all’insieme degli interventi | 40 |
| 3. | Conclusioni | 43 |

ALLEGATO 1 – Profili longitudinali di progetto

**ALLEGATO 2 - Risultati delle simulazioni su modello
idrogeologico**

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

1. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

In termini generali, riferiti cioè all'area vasta della laguna di Venezia, i litotipi costituenti la serie stratigrafica superficiale appartengono ai depositi dei sedimenti lagunari-costieri di età olocenica, costituiti in ordine deposizionale da: limi con noduli di Caranto, sabbie oloceniche, argille grigio-azzurre o verdi, argille con vegetali e torbe di copertura.

La porzione terminale di copertura della successione stratigrafica attuale è stata oggetto di numerosi interventi di colmata e di sopralzo, eseguiti con materiali provenienti sia dallo scavo o ripristino di canali limitrofi, sia da accumuli di vario genere correlati alle attività industriali sviluppatesi nelle aree circostanti.

Una descrizione approfondita dello stato idrogeologico e stratigrafico dell'area interessata dall'intervento viene riportata negli elaborati specifici di progetto (Relazione Geotecnica e Relazione Tecnica Indagini). Le indagini svolte vengono di seguito richiamate nei loro elementi essenziali.

Il perimetro delle sponde sul quale si interviene è caratterizzato da una variabilissima alternanza di strati, spesso soltanto decimetrici, di consistenza, natura, permeabilità assolutamente molto diversificate, anche se resta predominante la granulometria fine e coesiva.

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

Fatta eccezione per quote e spessori in questa zona si possono ritrovare le caratteristiche tipiche dei livelli più superficiali della laguna di Venezia; è pertanto possibile assumere la seguente schematizzazione:

- **Strato superficiale di riporto:** presenta uno spessore variabile dai 3 m ai 5 m a partire dal piano campagna, caratterizzato da permeabilità e granulometria molto variabili. Esso è sede del primo acquifero superficiale, ascrivibile per lo più al tipo freatico-sospeso;
- **Strato naturale (caranto e sedime barenale):** la variazione laterale dello spessore di questi due orizzonti ne determina in qualche punto indagato la scomparsa; questo strato di spessore variabile dai 3 ai 5 m è caratterizzato da basse permeabilità e andamento per lo più discontinuo come conseguenza delle azioni antropiche e delle incisioni di paleoalvei;
- **“Primo acquifero in pressione”:** la fascia che va dai 5.60 m ai 10.0 m dal p.c. è caratterizzata da orizzonti granulari costituiti da sabbie medio fini con componente limosa variabile e livelli limoso argillosi; non è assolutamente scontata la continuità di questa fascia, né le sue caratteristiche idrogeologiche. Certamente è manifesto il collegamento fra la piezometrica di questo “acquifero” e quello della marea;
- **Strato coesivo:** lo spessore che va dai 10.0 m ad oltre 15.0 m dal p.c. è prevalentemente fine e coesivo, carat-

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

terizzato dunque da permeabilità molto basse. La sua natura porta a ritenerlo un orizzonte del tipo acquiclude poiché separa la soprastante “prima falda” dalla sottostante, anche se localmente è caratterizzato da k inferiori solo di poco rispetto a quelli degli strati più permeabili;

- **“Secondo acquifero in pressione”**: negli intervalli di profondità tra 15.5÷20 m a 19.5÷25.0 m dal p.c. è presente un secondo strato sabbioso, con uno spessore medio di circa 4.5÷5.0 m; l’acquifero è sede di una debole circolazione idrica in pressione (falda artesianarisaliente). Riferimenti geotecnici e stratigrafici di più larga scala confermano quello che appare nei sondaggi effettuati per questo intervento e che cioè a nord dell’area industriale di Porto Marghera lo strato granulare (sabbie e sabbie fini) tende ad approfondirsi;
- **Un terzo livello argilloso**: contraddistinto da bassi valori di conducibilità idraulica (argille e limi) è intercettabile a profondità superiori ai 19.5÷25.0 m dal p.c.(acquiclude).

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

2. EFFETTO DELLE OPERE IN SPONDA SULLE FALDE

Nel proseguo viene esposto quanto è possibile prevedere in termini di interferenze con l'ambiente in cui le opere saranno inserite ed in particolare con le falde, sulla base delle caratteristiche idrauliche e dimensionali del marginamento previsto in progetto.

In particolare, per non alterare l'assetto idrogeologico degli acquiferi più profondi (la cosiddetta "seconda falda"), si è previsto di utilizzare palancole a differente lunghezza, così da realizzare una configurazione "a pettine" per minimizzare le interferenze sullo scorrimento della seconda falda attraverso le finestrate (vedi *Allegato 1*).

Le indagini eseguite sono state utilizzate per costruire i riferimenti quantitativi in relazione ai quali sono analizzati gli effetti specifici delle opere di marginamento nelle immediate vicinanze dell'intervento e quindi nell'area vasta.

2.1. *Impatti locali*

2.1.1. Falda superficiale

La falda freatica superficiale è di difficile modellazione poiché il mezzo attraverso il quale essa si muove è molto eterogeneo: le discontinuità riguardano la stratigra-

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

fia sommitale delle aree a tergo dei marginamenti sia in senso planimetrico, sia altimetrico.

Infatti, i terreni sui quali sono oggi insediate le varie attività industriali e commerciali sono stati ottenuti mediante riporto di materiale delle origini e tipologie più disparate al di sopra delle antiche barene: ne consegue che granulometricamente, chimicamente e dal punto di vista geotecnico la successione stratigrafica dei primi metri delle aree emerse di Porto Marghera è davvero molto poco prevedibile.

Si pensi inoltre che gli alvei di canali veri e propri o i piccoli ghebi che solcavano le vecchie barene sono stati imboniti e questo ha aggiunto alle diversità planimetriche anche quelle altimetriche. A questi aspetti riconducibili all'intervento antropico si sommano quelli tipici delle aree alluvionali e deposizionali palustri, caratterizzati naturalmente da successioni stratigrafiche solo raramente omogenee.

Dal punto di vista prettamente idrogeologico, tale disuniformità del mezzo poroso sede del moto di filtrazione comporta la difficile prevedibilità del comportamento effettivo della falda superficiale. La permeabilità mediamente bassa può localmente assumere valori consistenti a causa di una puntuale presenza di materiale a granulometria più grossolana. D'altra parte la permeabilità partico-

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

larmente ridotta di alcuni tratti potrebbe localmente e non raramente configurare l'acquifero come sospeso.

L'alimentazione di tale acquifero è duplice: le acque meteoriche che precipitano sulle aree percolano attraverso lo spessore di riporto e fluiscono poi verso il bordo delle aree emerse e interferiscono con il livello della marea come dimostrato dalla consistente oscillazione della piezometrica della falda nel riporto.

Data per scontata l'interferenza fra l'acquifero superficiale e le opere perimetrali, tuttavia si può certamente affermare che il sistema drenante posto lungo il perimetro dei marginamenti è in grado di conservare immutate le circostanze idrauliche della falda in questo strato.

2.1.2. "Prima falda"

Partendo dalle informazioni desunte dalle indagini piezometriche, geologiche, geotecniche e chimiche condotte in seno all'Accordo di Programma per la Chimica a Porto Marghera, studi di tipo idrogeologico dell'area industriale della laguna di Venezia hanno permesso di mettere in evidenza la frequente commistione delle due prime falde, quella superficiale e la prima in pressione.

Responsabile della mancata continuità del tetto della "prima falda" e dunque del collegamento con l'acquifero nel terreno di riporto è più di un fattore: nel recente passato la realizzazione di opere di fondazione, gli interventi

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

più o meno estesi che hanno comportato l'alterazione della continuità degli strati di caranto e di quelli limoso argillosi e torbosi, la terebrazione di pozzi necessari all'approvvigionamento idrico per le industrie locali (oggi dimessi) si sono sommati agli effetti naturali preesistenti quali quelli connessi ai ghebi e ai paleoalvei, imboniti.

Altro aspetto importante è considerare che la quota della superficie libera dell'acquifero superficiale è mediamente pari a circa +1.5 m s.m.m., mentre la piezometrica media della prima falda in pressione si attesta su +0.5 m s.m.m.: stante questo dislivello e non dimenticando i provati, numerosi collegamenti che sussistono fra i primi due acquiferi è possibile ritenere che quella superficiale alimenta sovente la prima falda in pressione. A conforto di tale considerazione è anche il diffuso inquinamento di quest'ultima, sintomatico dell'avvenuta trasmissione dall'alto al basso dei soluti inquinanti.

Stante la credibilità di tali asserzioni, assolutamente provata anche se solo approssimativamente quantificata, alla luce delle precedenti considerazioni e degli aspetti tipologici e dimensionali delle palancole, la presenza di opere in sponda che siano impermeabili certamente ha un effetto sull'idrogeologia della prima falda in pressione, ma tale effetto è lieve e comunque tale da essere riassorbito nell'acquifero freatico.

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

Per quanto esposto più in dettaglio nelle relazioni specifiche di progetto, il dreno e l'intero sistema di captazione e di collettamento delle acque di falda sono stati dimensionati con riferimento alle portate di entrambe le falde più superficiali (quella freatica e la prima in pressione). Il controllo delle condizioni delle falde sul bordo di fatto permette che lo stato futuro delle due falde interessate dallo sviluppo verticale delle opere di marginamento sia non difforme dalle attuali.

Per ciò che concerne la piezometria degli acquiferi a valle delle palancole la preoccupazione non sussiste, poiché la presenza della sezione dei canali interessa diffusamente anche lo spessore della prima falda in pressione e rende possibile che questa continui ad essere alimentata con gli apporti delle acque lagunari.

In relazione alla precedente considerazione e a tutte quelle prima esposte, nell'innegabile difficoltà di individuare la locale direzione del flusso, prima ancora che la sua entità, nella convinzione che sussistono consistenti collegamenti idrogeologici verticali e molteplici vie di alimentazione delle falde, non si ritiene che la presenza delle opere in sponda possa alterare sensibilmente l'attuale stato delle cose.

Le informazioni sulla stratigrafia e sulle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero permettono in ogni caso di sostenere che le alterazioni indotte sulla prima falda in

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

pressione saranno riequilibrata dal sistema di drenaggio a tergo dei marginamenti o, naturalmente, dalla stessa configurazione dei media.

2.1.3. “Seconda falda”

La seconda falda in pressione è un acquifero che, laddove sia localmente confinato in uno strato di spessore consistente e continuo e laddove sia effettivamente collegato alla zona di alimentazione, assume le caratteristiche di un acquifero in pressione: il confronto fra le sue piezometriche e quelle delle falde soprastanti lo caratterizza in questi casi come leggermente saliente.

Nel caso dell'intervento sul Canale Industriale Sud, lo sviluppo verticale delle opere in sponda impermeabili è tale da interessare la cosiddetta “seconda falda” in pressione solo in tratti di limitata estensione sia in senso dello sviluppo planimetrico, sia nel senso dell'ingombro verticale.

Per ricostruire l'andamento della seconda falda in pressione e, successivamente, valutare quantitativamente l'interferenza delle opere previste con il suo campo di flusso, è stata elaborata una modellazione matematica dell'acquifero, come descritta in dettaglio al par. 2.2.

Il deflusso sub-orizzontale della falda implica il trasferimento di quantitativi di acqua dalle zone di alimenta-

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

zione a quelle di recapito sotto l'effetto di un gradiente idraulico.

Lo studio di cui si dirà profusamente più avanti ha mirato a rappresentare le circostanze idrogeologiche con riferimento ai dati desunti dalle indagini piezometriche e stratigrafiche condotte dal Consorzio Venezia Nuova. In particolare le variazioni del livello piezometrico riscontrate sembrano essere strettamente legate alle oscillazioni mareali.

2.2. *Modellazione idrogeologica numerica della “seconda falda”*

2.2.1. Premessa

Lo scopo di questo lavoro è di svolgere un'analisi numerica del sistema idrogeologico del Canale Industriale Sud.

La modellazione del sistema idrogeologico è uno strumento fondamentale per la gestione dell'area, sia dal punto di vista idrogeologico, che della bonifica e/o messa in sicurezza.

L'obiettivo specifico di questa modellazione è la definizione quantitativa, delle criticità sul sistema idrogeologico conseguenti alla realizzazione di un completo marginamento dell'area.

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

Per far fronte alle specifiche esigenze connesse con il tipo di stratigrafia riscontrata, ai sovraccarichi previsti ed allo sbalzo sul lato acqua, la conterminazione consiste in una barriera impermeabile di palancole metalliche di diverse tipologie. Per la descrizione dettagliata delle varie tipologie costruttive si rimanda agli elaborati specifici di progetto.

Il modello fornisce delle informazioni che vengono ricavate in base alle conoscenze dei principi fisici che regolano il comportamento dei processi naturali, all'interno di un sistema strutturato di ipotesi semplificative ed assunzioni. Lo stesso ha il ruolo di semplificare la situazione reale complessa ed identificare le strutture ed i processi dominanti al fine di dare una descrizione soddisfacente del comportamento del sistema naturale e di permettere la previsione degli effetti delle future opere di marginamento.

La definizione di un modello idrogeologico include la descrizione spaziale del dominio di studio, la successione stratigrafica ed i parametri caratterizzanti il modello stesso; risulta altresì importante l'identificazione dei flussi in entrata ed in uscita rispetto al dominio di calcolo e delle altre condizioni al contorno.

Ricostruire una struttura precisa della seconda falda in pressione a partire dai dati disponibili risulta di non facile soluzione, data l'estrema variabilità dei diversi parametri idrogeologici di cui si è già avuto modo di dire.

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

L'elaborazione di un modello idrogeologico che ricostruisce l'andamento della seconda falda in pressione risulta fortemente dipendente dall'esistenza delle connessioni idrauliche tra le falde oltre che dalla valutazione dei flussi che interessano il dominio di calcolo; questo aspetto non è stato approfondito, dal momento che non è stato finora affrontato negli studi di settore.

L'alternativa consiste nel ridurre il dominio analizzato ad un unico quadro idrogeologico, basato sui più cautelativi criteri di sicurezza.

2.2.2. Il modello utilizzato

La premessa per ricostruire l'andamento della porzione di sottosuolo interessata dallo studio è costituita da riferimenti geotecnici e idrogeologici documentati.

I dati di natura litostratigrafica e geotecnica sono ricavati dalla Relazione Tecnica del Consorzio Venezia Nuova¹, riportata nell'Elaborato C di progetto e dalla Relazione Geotecnica costituente l'Elaborato D di progetto.

L'Allegato 1 riporta i profili stratigrafici rilevati dal Consorzio Venezia Nuova nel febbraio 2003, con la so-

¹ *“Indagini integrative a supporto delle progettazioni degli interventi sulle sponde dei canali di Porto Marghera – Canale Industriale Sud – Darsena e sponda Sud – Rapporto finale”* – Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Magistrato alle Acque ed il Consorzio “Venezia Nuova”, novembre 2002

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

vrapposizione dei vari interventi in progetto; il risultato grafico della sovrapposizione rappresenta l'input per il modello idrogeologico descritto di seguito.

I piezometri installati in corrispondenza della seconda falda in pressione ai quali si è potuto fare riferimento sono complessivamente undici, collocati nell'orizzonte granulare più profondo intercettato nel corso dei sondaggi:

| Sigla sondaggio e piezometro | Azienda | Profondità piezometro (m s.l.m.m.) | Livello piezometrico variabile con le fluttuazioni mareali | Dati disponibili | Le opere di marginamento intersecano la seconda falda in pressione |
|------------------------------|-------------|------------------------------------|--|------------------|--|
| S2Pz2 | Nuova Sirma | -22.77 | Si | No | No |
| S5Pz3 | Pagnan | -11.63 | Si | No | No |
| S6Pz4 | Pagnan | -22.76 | Si | No | No |
| S7Pz5 | 43 ha | -11.98 | No | Si | Si |
| S8Pz6 | 43 ha | -21.97 | No | Si | Si |
| S9Pz7 | 43 ha | -12.05 | No | Si | Si |
| S13Pz11 | Amav | -18.43 | Si | Si | Si |
| S16Pz12 | Alcoa | -17.32 | Si | Si | Si |
| S19Pz15 | Alcoa | -16.97 | Si | Si | Si |
| S21Pz17 | Enel | -22.79 | Si | Si | Si |
| S23Pz19 | Edison | -24.40 | Si | Si | No |

È stato più volte rilevato che nell'area prossima alla gronda lagunare, a distanze maggiori o minori dalla laguna in funzione della permeabilità dei terreni ma generalmente dell'ordine di alcune centinaia di metri, il livello statico delle falde segue, con ovvi ritardi ed ampiezze diverse, le variazioni cicliche delle maree.

Le piezometrie disponibili mostrano alcune evidenze:

- in certi casi (S2Pz2, S5Pz3, S6Pz4) non esistono dati rilevati sull'andamento della marea e quindi

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

è impossibile interpretare significativamente la conseguenza che essa può manifestare sulla lettura piezometrica;

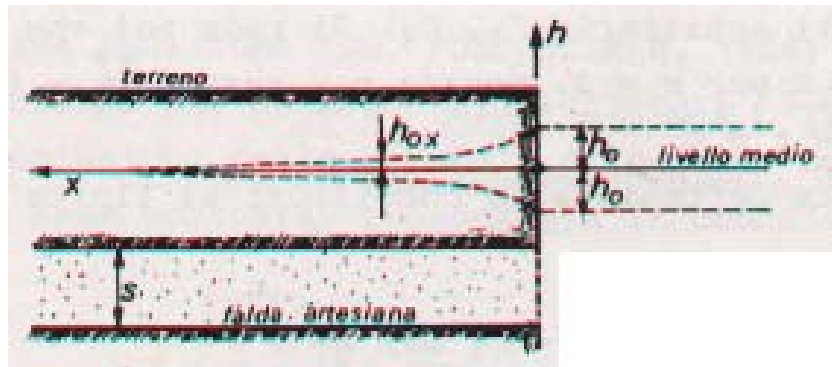
- nel caso dei tre piezometri posti nell'Area "43 ettari" (S7Pz5, S8Pz6 e S9Pz9), l'andamento del livello piezometrico letto non sembra dipendere da quello della marea, trattandosi evidentemente di una collocazione in un orizzonte isolato rispetto al canale;
- nei restanti piezometri, che sono poi la maggior parte, l'andamento della falda nel periodo di monitoraggio è in stretta dipendenza con le oscillazioni mareali.

Le variazioni di piezometrie nelle falde collegate alle fluttuazioni di livello della laguna possono essere rappresentate come oscillazioni periodiche unidirezionali, ritardate rispetto alla marea.

Nel caso di un'oscillazione periodica, di periodo t_0 e ampiezza $2h_0$ come quello della marea, l'equazione del moto di filtrazione per una falda di spessore s costante (schema seguente) risulta da (Forchheimer, 1919):

$$h^* = h_0 e^{-x \sqrt{\frac{\pi m}{t_0 k s}}} \sin \left(\frac{2\pi t}{t_0} - x \sqrt{\frac{\pi m}{t_0 k s}} \right)$$

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**



dove: s = lo spessore della falda (m);

h^* = la quota piezometrica rispetto alla superficie libera (m);

$2h_0$ = l'ampiezza di oscillazione della marea (m);

t_0 = il periodo di oscillazione della marea (s);

m = porosità di volume (adimensionale)

da cui segue che l'ampiezza $2h_{0x}$ delle fluttuazioni piezometriche a distanza x dalla sponda risulta:

$$h_{0x} = h_0 e^{-x \sqrt{\frac{\pi m}{t_0 k s}}}$$

L'equazione di Forchheimer rappresenta il moto vario di un acquifero confinato laddove vi sia una forzante esterna oscillante.

Dalla struttura dell'equazione è possibile constatare come la propagazione dell'impulso oscillante nel mezzo

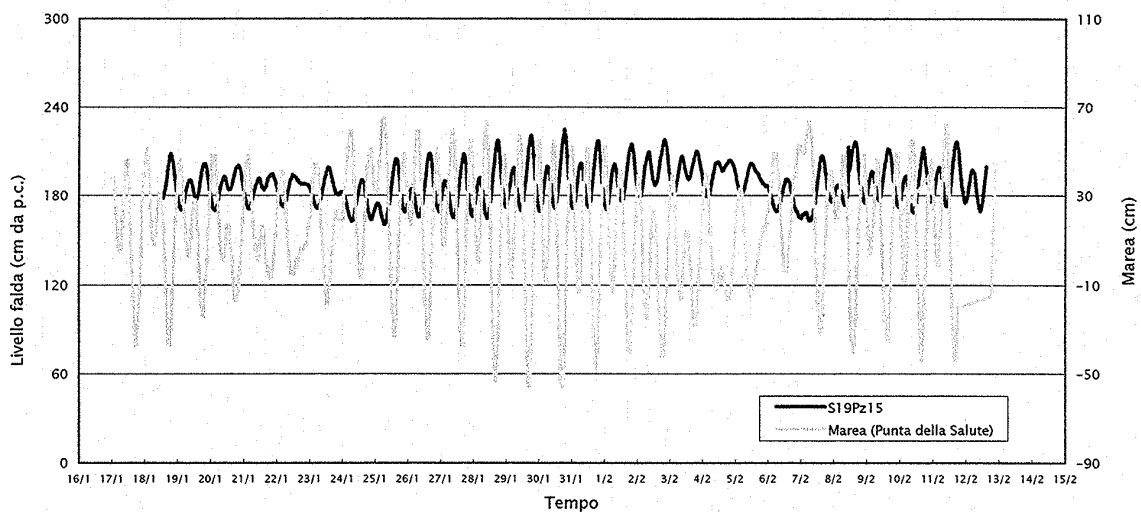
**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

poroso segua un andamento esponenziale negativo relativamente all'ampiezza ed un ritardo per ciò che concerne la fase.

Scopo di tale approccio è di risolvere la precedente equazione rispetto al k , per poterne disporre nella modellazione idrogeologica numerica.

Disponiamo della sovrapposizione isocrona dell'andamento mareale registrato dal mareografo installato a Fusina per otto degli undici piezometri.

Di seguito riportiamo come esempio il grafico di oscillazione in corrispondenza del piezometro S19Pz15.



Per caratterizzare le due oscillazioni, nonché trovare i parametri h_0 , t_0 , h_{0x} sono stati interpolati i dati delle due serie di valori mediante curve polinomiali, grazie alle qua-

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

li sono stati più chiaramente determinabili i periodi (t_0) e le ampiezze (h_0, h_{0x}) caratteristici delle oscillazioni.

Dalle indagini stratigrafiche disponibili (cfr. nota 1) si ricava lo spessore della falda in corrispondenza dei sondaggi (s).

Dall'ubicazione planimetrica dei sondaggi geognostici nello stato di fatto sono state misurate le distanze x dai sondaggi alla sponda del canale (quale sezione iniziale per l'oscillazione unidirezionale all'interno della falda).

I risultati derivati sul k ottenuti con l'interpretazione analitica delle oscillazioni periodiche unidirezionali sono riportati nella tabella seguente, in cui vengono confrontati con i dati conseguiti dalla prova di permeabilità tipo Lefranc a carico variabile realizzata nell'ambito delle indagini effettuate dal Consorzio Venezia Nuova.

| Piezometro | K misurato (m/s) | K calcolato (m/s) |
|-------------------|--|--------------------------|
| S7Pz5 | 1.45×10^{-6} 2.45×10^{-6} | - |
| S13Pz11 | 5.46×10^{-6} | 5.12×10^{-5} |
| S16Pz12 | 2.4×10^{-6} | 3.49×10^{-4} |
| S19Pz15 | 6.27×10^{-6} | 3.49×10^{-4} |
| S21Pz17 | 2.42×10^{-6} | 1.95×10^{-6} |

Da tale confronto è possibile constatare la relativa grande variabilità delle permeabilità k nei diversi punti, e

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

come vari anche in relazione al metodo utilizzato (prove tipo Lefranc o determinazioni analitiche).

Il modello idrogeologico può essere sviluppato separatamente nei due casi limite di acquifero confinato e non confinato. Nel caso di acquifero non confinato, i dati di input andrebbero integrati con altri parametri (precipitazione, evapotraspirazione, deflusso medio superficiale, infiltrazione media, ecc) di cui non disponiamo.

Quindi, l'obiettivo dell'interpretazione analitica descritta sopra è di ottenere un valore per k calcolato, che permetta di simulare la seconda falda in pressione come acquifero confinato.

Alla luce di queste considerazioni si può affermare che nel definire il regime idrogeologico dell'area è certamente predominante l'effetto del collegamento con la laguna piuttosto che la ricarica da eventi meteorologici a monte.

La modellazione matematica è stata effettuata utilizzando il software Groundwater Vistas (Version 3) realizzato da Environmental Simulations International (Shrewsbury, Gran Bretagna).

Il software è composto da un pacchetto di programmi applicativi appositamente studiati per affrontare modellazioni di sistemi naturali: nel caso in esame, l'analisi idrogeologica è stata condotta utilizzando un apposito modulo

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

che effettua le fasi di pre-processing e post-processing dell'elaborazione vera e propria eseguita con il codice di calcolo MODFLOW; il codice di calcolo, strutturato sul metodo alle differenze finite, è basato sulle equazioni di continuità e sulla legge di Darcy.

In seguito al *site assessment* litostrutturale ed idrogeologico disponibile, è stato sviluppato un dettaglio di analisi su sezione di filtrazione, che permette di stimare le variazioni piezometriche conseguenti all'infissione di palancole metalliche in una sezione verticale perpendicolare alla sponda.

Dopo la valutazione critica dei dati disponibili, sono state scelte cinque sezioni, considerate rappresentative per le diverse stratigrafie riscontrate lungo la sponda sud del canale.

Le sezioni sono in corrispondenza dei piezometri S7Pz5 (Area "43 ettari"), S13Pz11 (Amav), S16Pz12 (Alcoa), S19Pz15 (Alcoa), S21Pz17 (Enel).

I dati di input del modello (spessore e profondità dell'acquifero, valori di conducibilità idraulica, gradienti idraulici, livelli piezometrici iniziali, ecc.) sono stati estrapolati dall'elaborato sopra menzionato del Consorzio Venezia Nuova.

La procedura adottata nel caso specifico può essere schematizzata come segue:

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

- dimensioni della griglia di rappresentazione del dominio e delle celle della griglia: la precisione del metodo numerico è funzione non solo della quantità di informazioni disponibili, ma anche della loro consistenza in termini di tipologia e distribuzione areale. La griglia di calcolo iniziale è formata da 30 righe e 50 colonne di 10 m di lato, che sviluppano un'area di 150.000 m²; è stato successivamente effettuato un *refinement* della cella nella zona interessata dalla futura infissione di palancole, con infittimento della maglia di calcolo e suddivisione delle celle in quadrati di 5 m di lato; la precisione delle stime va pertanto rapportata con la grandezza delle celle suddette;
- tipologia dell'acquifero: confinato, costituito da sabbie fini e limi sabbiosi, il cui tetto e letto sono orizzonti di natura limoso-argillosa;
- condizioni al contorno: rappresentano di solito la fase di implementazione concettuale più complessa e tale da condizionare profondamente i risultati ottenibili. L'analisi dei dati disponibili hanno permesso di posizionare una curva di celle a potenziale costante, pari al valore misurato nel piezometro, sul margine di entroterra, mentre il settore di laguna è stato schematizzato a potenziale costante, calcolato moltiplicando la larghezza del modello per il gradiente medio della superficie piezometrica ($i=0.5\%$). Non è stato quindi considerato l'andamento oscillante della marea; tale assunzione di

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

condurre il calcolo come moto permanente permette di massimizzare i flussi e dunque è a favore di sicurezza.

- spessore dell'acquifero: i dati consultati hanno rilevato una sensibile variazione del livello in cui può essere posizionata la falda. Si è ritenuto opportuno, per il livello di precisione richiesto a questa scala, scegliere uno spessore costante dell'acquifero, in base alla stratigrafia presente in corrispondenza del rilevamento piezometrico.
- conducibilità idraulica: la grande eterogeneità dei materiali ha reso necessaria un'analisi di sensitività della conducibilità idraulica, allo scopo di determinare l'incertezza del parametro che influenza i risultati numerici e accertare la stabilità delle soluzioni numeriche. Per ciascuna delle sezioni in discussione sono state effettuate due simulazioni, contraddistinte rispettivamente da un valore del k calcolato come esposto sopra, ed un altro valore rappresentativo dei valori tipici delle permeabilità misurate in sito (con prove tipo Lefranc).

Avendo schematizzato l'acquifero come confinato, non è stato computato alcun contributo proveniente dalla ricarica meteorica e di alimentazione da parte dell'acquifero freatico.

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

2.2.3. Le simulazioni

Sono state effettuate 10 simulazioni per lo stato di fatto (precedentemente all'infissione delle palancole) e 10 simulazioni per lo stato di progetto (successivamente alla realizzazione del confinamento).

Le simulazioni sono state eseguite su cinque piezometri (S7Pz5, S13Pz11, S16Pz12, S19Pz15, S21Pz17), per ciascuno dei quali sono stati considerati due valori della conducibilità idraulica (k calcolato e k misurato).

Come si è già osservato, tutte le analisi sono state eseguite in stato stazionario, ritenendo l'approccio transitorio assolutamente inadeguato in rapporto al carattere indicativo dell'analisi stessa.

I risultati ottenuti attraverso la simulazione dello stato di fatto considerando il deflusso attuale caratterizzano il campo di moto precedentemente alla realizzazione dell'opera di confinamento.

Nello scenario di progetto, nella simulazione è stata schematizzata la conterminazione come una barriera a pettine pressoché impermeabile al flusso idrico sotterraneo (conducibilità idraulica $k = 10^{-20}$ m/s), spinta alla profondità alternata di -16 m s.l.m.m. e -21 m s.l.m.m.

I dati di input nelle simulazioni sono:

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

- *le condizioni al contorno*: identificano limiti ad altezza piezometrica specificata (*constant head*) sul fronte di terra e nella laguna;
- *lo spessore della seconda falda (variabile con la stratigrafia)*;
- *la zonizzazione in termini di conducibilità idraulica* dell'acquifero, nonché degli orizzonti presenti nel tetto e nel letto dell'acquifero;
- *la presenza della palancola*, quale barriera impermeabile ($k = 10^{-20}$ m/s) ad infissione alternata, nello stato di progetto.

I dati di input vengono riassunti in seguito, insieme ad un esempio di simulazione in corrispondenza del piezometro S7Pz5. Tutti i dati di output della modellazione idrogeologica vengono riportati nell'Allegato 2.

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

1. Piezometro S7Pz5

- potenziale imposto sul fronte di terra =2.15 m
- potenziale imposto nella laguna =1.90 m
- spessore della seconda falda=16.50 m (da -8.50 m s.l.m.m. a -25.0 m s.l.m.m, in corrispondenza dei layer 2, 3, 4 e 5 del modello)
- $k_{\text{tetto}}=10^{-7}$ m/s; $k_{\text{letto}}=10^{-7}$ m/s

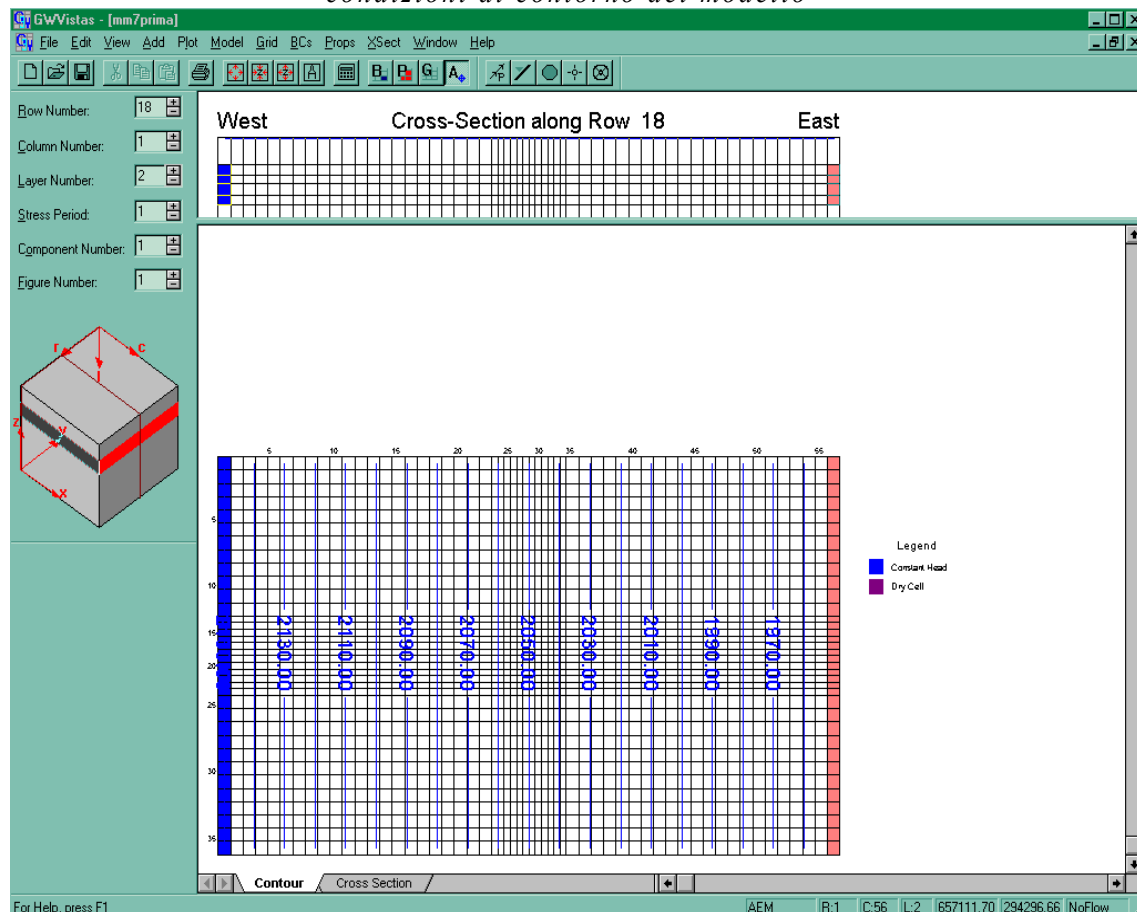
Simulazione n. 1 e 2 (stato di fatto):

- $k_1=1.45 \times 10^{-6}$ m/s; $k_2=2.45 \times 10^{-6}$ m/s

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud
a Porto Marghera

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

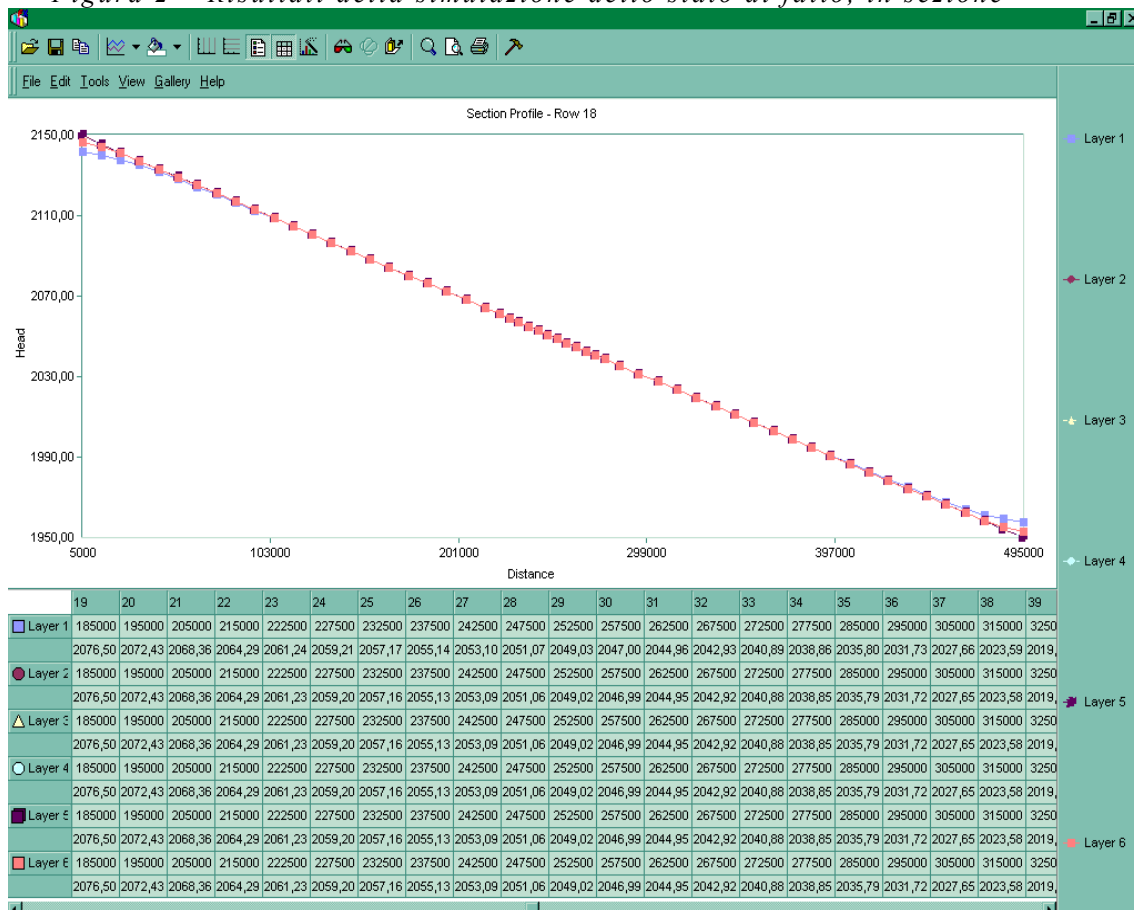
Figura 1– Andamento delle isopieze nello stato di fatto, maglia di calcolo e condizioni al contorno del modello



Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud
a Porto Marghera

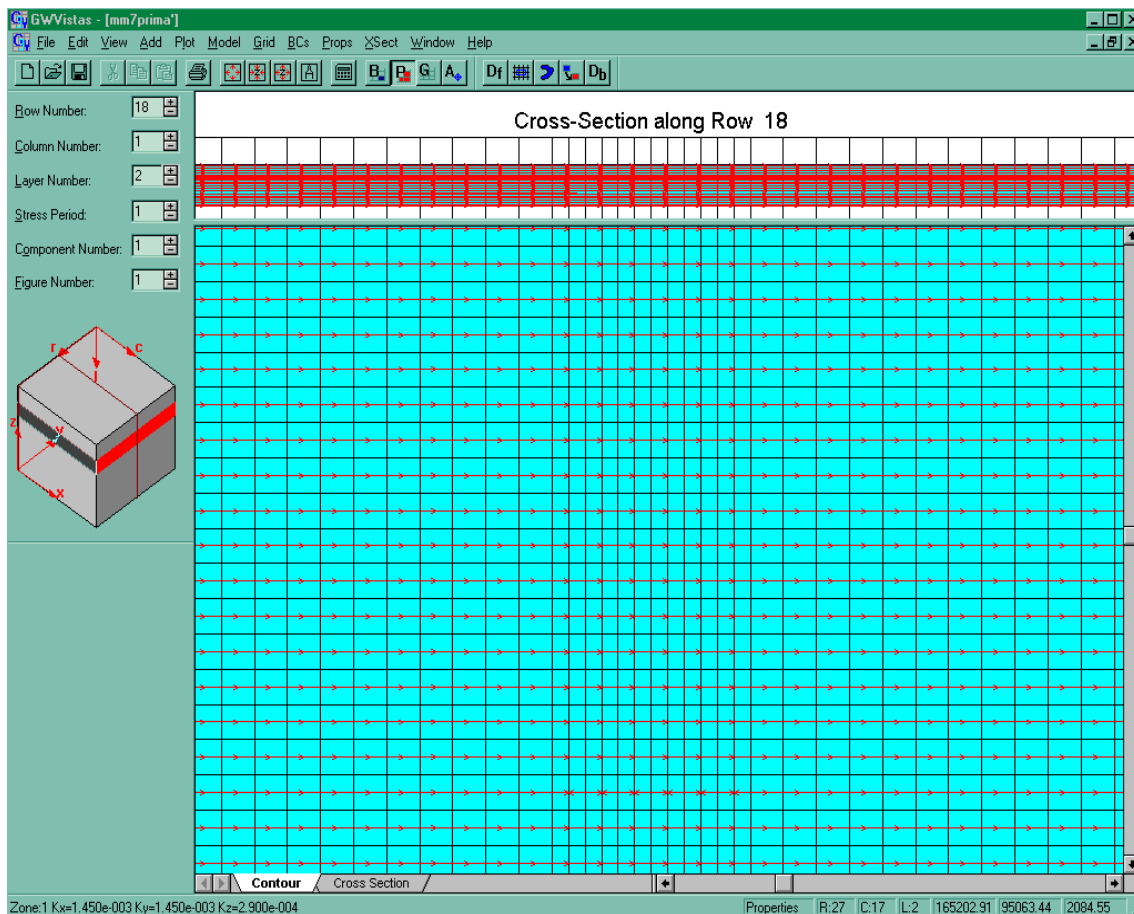
**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

Figura 2 – Risultati della simulazione dello stato di fatto, in sezione



**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

Figura 3 – Simulazione delle linee di flusso, nello stato di fatto

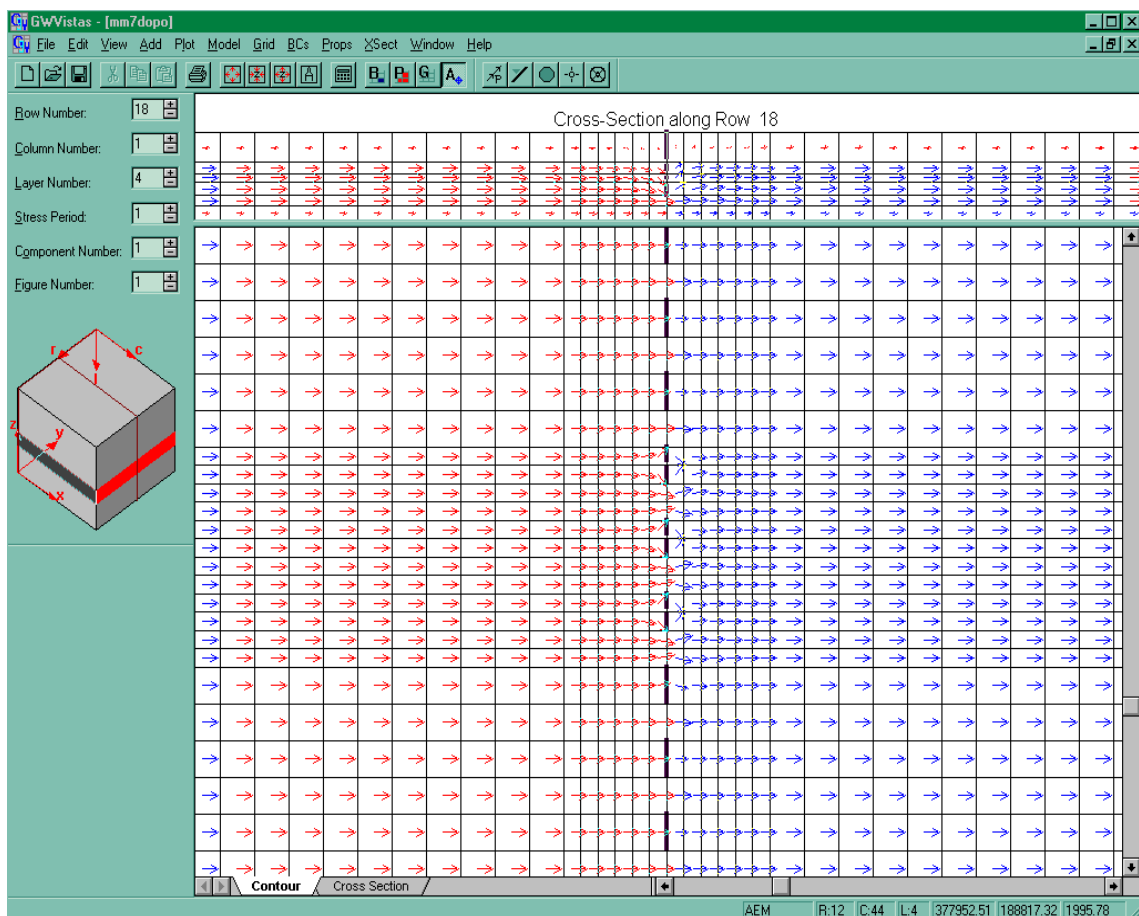


**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

Simulazione n. 3 e 4 (stato di progetto):

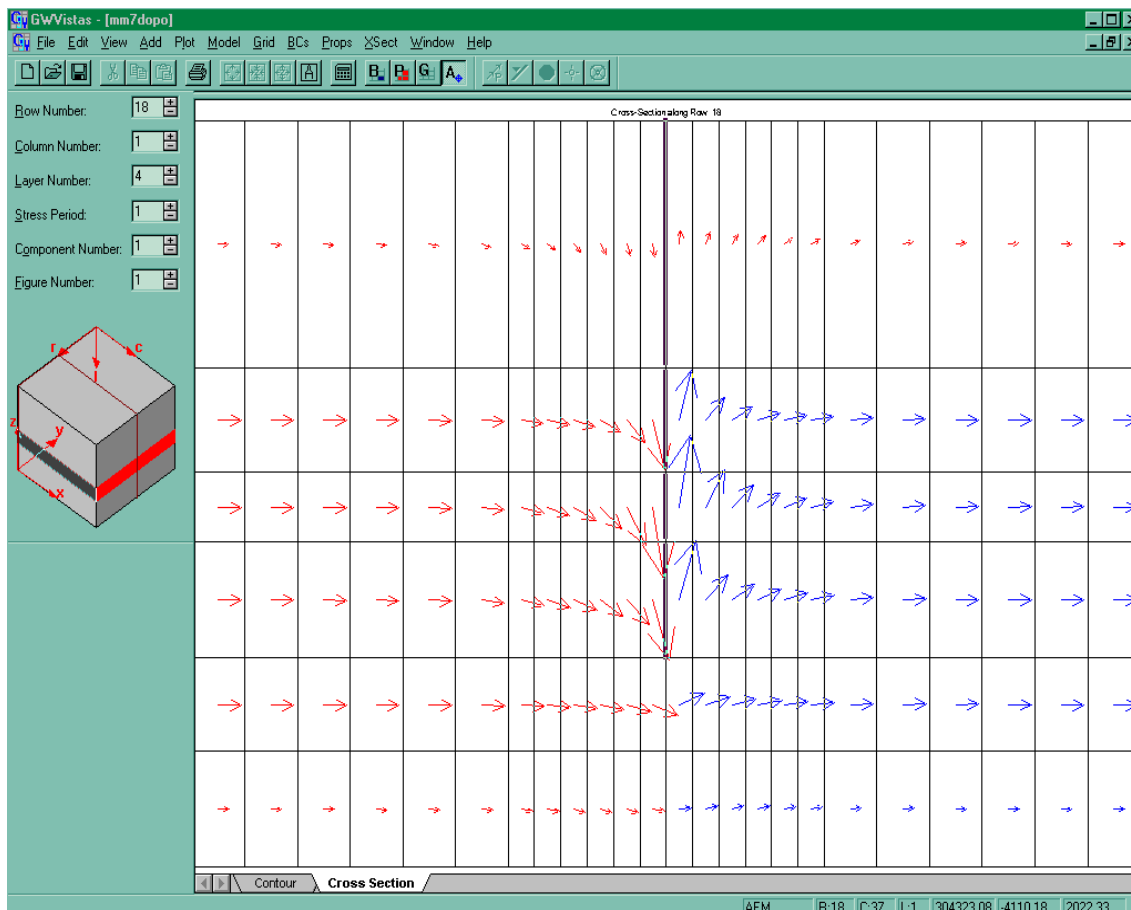
- $k_3 = 1.45 \times 10^{-6}$ m/s; $k_4 = 2.45 \times 10^{-6}$ m/s
- $k_{pal} = 10^{-20}$ m/s

*Figura 4 – I vettori della velocità in corrispondenza delle palancole
alternate (pianta)*



**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

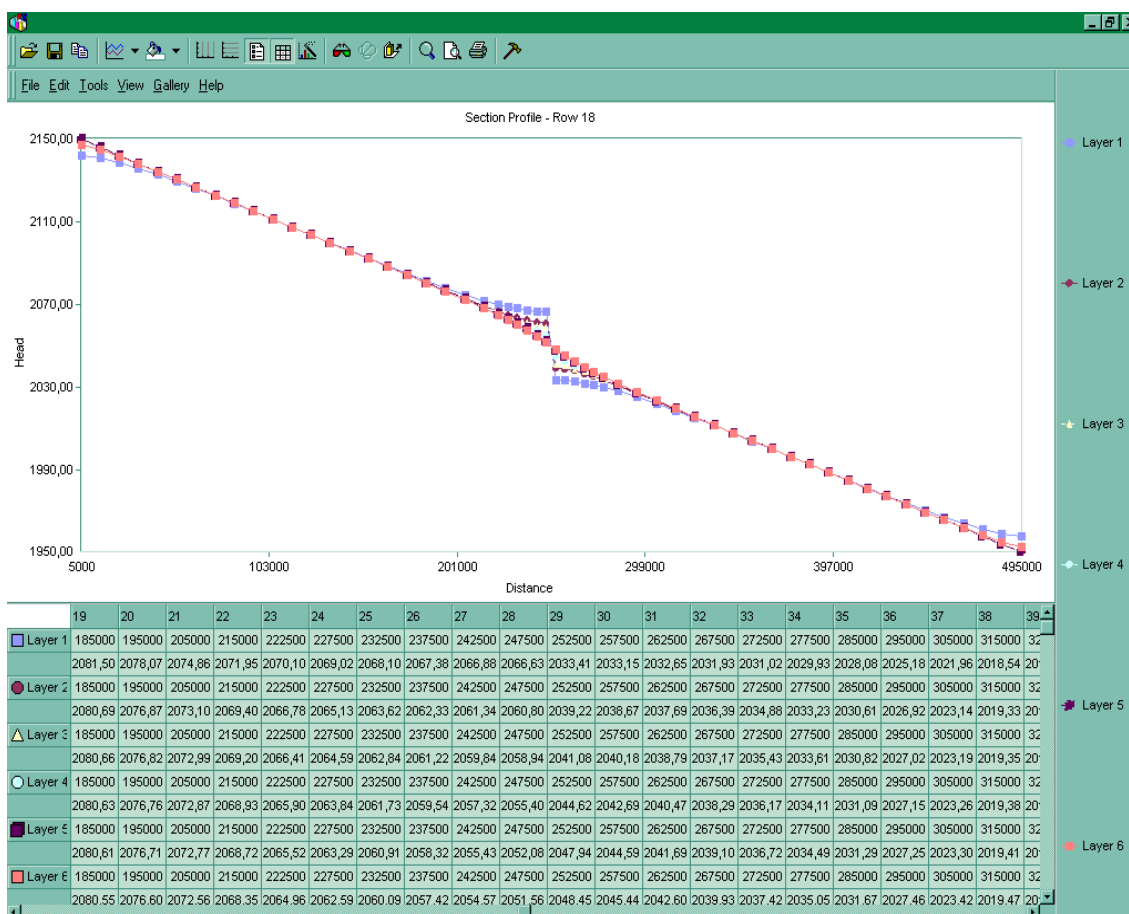
*Figura 5– I vettori della velocità in corrispondenza delle palancole
alternate (sezione)*



Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud
a Porto Marghera

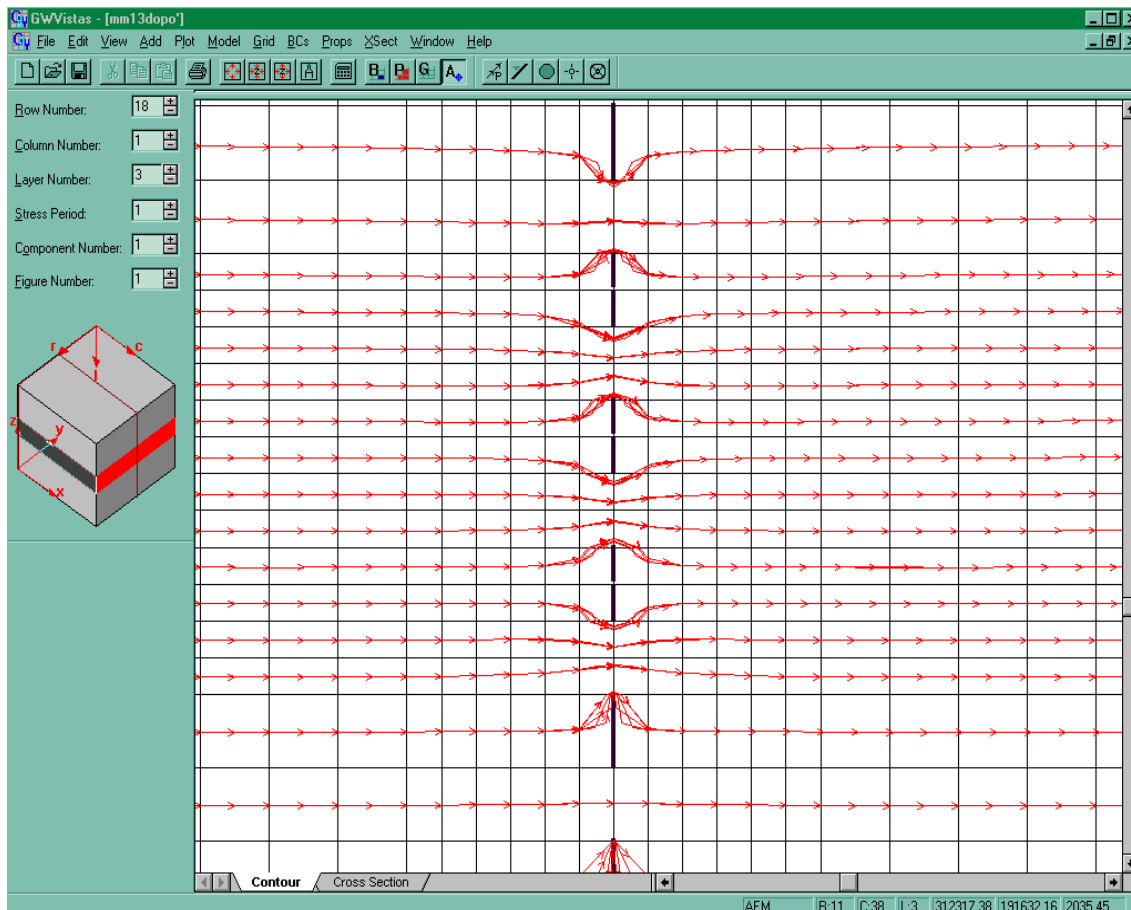
**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

Figura 6 – Risultati della simulazione dello stato di progetto, in sezione



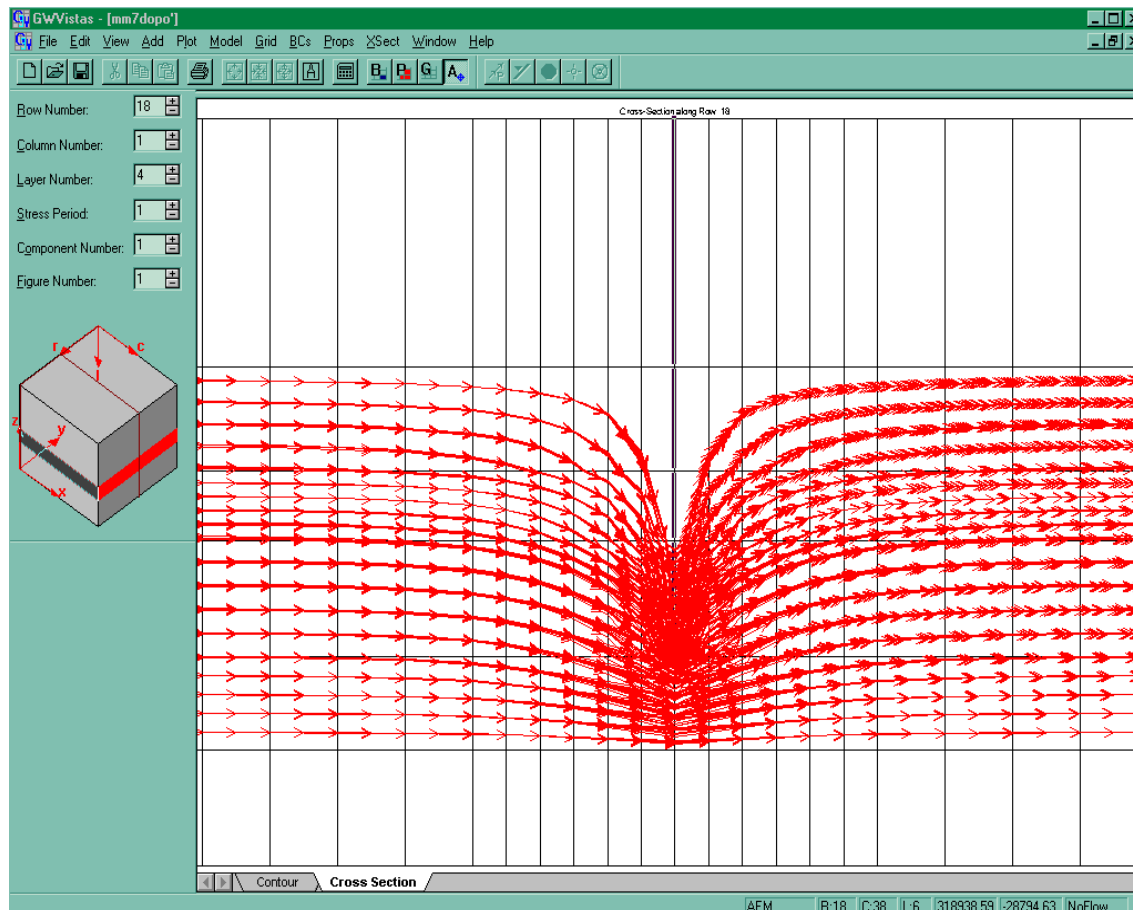
**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

*Figura 7 – Simulazione delle linee di flusso, nello stato di progetto, in
pianta*



**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

Figura 8 – Simulazione delle linee di flusso, nello stato di progetto, in sezione



**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

2. Piezometro S13Pz11

- potenziale imposto sul fronte di terra =2.196 m
- potenziale imposto nella laguna =1.946 m
- spessore della seconda falda=4.40 m (da -14.5 m s.l.m.m. a -18.9 m s.l.m.m, in corrispondenza dei layer 2 e 3 del modello)
- $k_{\text{tetto}}=10^{-7}$ m/s; $k_{\text{letto}}=10^{-7}$ m/s

Simulazione n. 5 e 6 (stato di fatto):

- $k_5=5.46 \times 10^{-6}$ m/s; $k_6=5.12 \times 10^{-5}$ m/s

Simulazione n. 7 e 8 (stato di progetto)

- $k_7=5.46 \times 10^{-6}$ m/s; $k_8=5.12 \times 10^{-5}$ m/s
- $k_{\text{pal}}=10^{-20}$ m/s

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

3. Piezometro S16Pz12

- potenziale imposto sul fronte di terra =1.74 m
- potenziale imposto nella laguna =1.49 m
- spessore della seconda falda=5.40 m (da -13.5 m s.l.m.m. a -18.9 m s.l.m.m, in corrispondenza dei layer 2 e 3 del modello)
- $k_{\text{tetto}}=10^{-7}$ m/s; $k_{\text{letto}}=10^{-7}$ m/s

Simulazione n. 9 e 10 (stato di fatto):

- $k_9=2.4 \times 10^{-6}$ m/s; $k_{10}=3.49 \times 10^{-4}$ m/s

Simulazione n. 11 e 12 (stato di progetto):

- $k_{11}=2.4 \times 10^{-6}$ m/s; $k_{12}=3.49 \times 10^{-4}$ m/s
- $k_{\text{pal}}=10^{-20}$ m/s

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

4. Piezometro S19Pz15

- potenziale imposto sul fronte di terra =1.88 m
- potenziale imposto nella laguna =1.63 m
- spessore della seconda falda=3.50 m (da -14.0 m s.l.m.m. a -17.5 m s.l.m.m, in corrispondenza dei layer 2 e 3 del modello)
- $k_{\text{tetto}}=10^{-7}$ m/s; $k_{\text{letto}}=10^{-7}$ m/s

Simulazione n. 13 e 14 (stato di fatto):

- $k_{13}=6.27 \times 10^{-6}$ m/s; $k_{14}=3.49 \times 10^{-4}$ m/s

Simulazione n. 15 e 16 (stato di progetto):

- $k_{15}=6.27 \times 10^{-6}$ m/s; $k_{16}=3.49 \times 10^{-4}$ m/s
- $k_{\text{pal}}=10^{-20}$ m/s

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

5. Piezometro S21Pz17

- potenziale imposto sul fronte di terra =1.83 m
- potenziale imposto nella laguna =1.58 m
- spessore della seconda falda=9.90 m (da -17.9 m s.l.m.m. a -27.8 m s.l.m.m, in corrispondenza dei layer 3 e 4 del modello)
- $k_{\text{tetto}}=10^{-7}$ m/s; $k_{\text{letto}}=10^{-7}$ m/s

Simulazione n. 17 e 18 (stato di fatto):

- $k_{17}=2.42 \times 10^{-6}$ m/s; $k_{18}=1.95 \times 10^{-6}$ m/s

Simulazione n. 19 e 20 (stato di progetto):

- $k_{19}=2.42 \times 10^{-6}$ m/s; $k_{20}=1.95 \times 10^{-6}$ m/s
- $k_{\text{pal}}=10^{-20}$ m/s

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

2.2.4. Risultati ottenuti

I risultati, costituiti dalla rappresentazione dell'andamento delle linee isopieze nello stato di fatto e nello stato di progetto sono riportati nell'Allegato 2 – *“Risultati delle simulazioni su modello idrogeologico”*.

Per ciascuno dei cinque piezometri sono state considerate:

- l'andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione, per il k misurato;
- l'andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione, per il k calcolato;
- l'andamento delle isopieze nello stato di progetto, in pianta e sezione, per il k misurato;
- l'andamento delle isopieze nello stato di progetto, in pianta e sezione, per il k calcolato;
- la simulazione delle linee di flusso nello stato di fatto e nello stato di progetto;
- la simulazione dei vettori di velocità nello stato di fatto e nello stato di progetto;

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

- le differenze di livello piezometrico tra lo stato di progetto e lo stato di fatto, in corrispondenza dello stesso layer.

Nell'andamento dei vettori di flusso in prossimità della barriera di palancole, si può notare che il flusso della seconda falda non è interrotto, data la soluzione progettuale di infissione "a pettine", ma è solo rallentato e localmente deviato verso i tratti aperti.

Le simulazioni eseguite mantenendo invariate le condizioni al contorno, nella stessa sezione trasversale e nella stessa ipotesi (stato di fatto o stato di progetto), mostrano di essere scarsamente influenzate dal valore della conducibilità idraulica dell'acquifero.

L'effetto dell'opera in progetto sull'idrogeologia locale, quale variazione di livello piezometrico (Δh) tra lo stato di fatto e lo stato di progetto dell'ordine dei centimetri, si risente solo all'interno di una fascia limitata di qualche decina di metri dal palancoleto.

Le differenze di piezometrica rilevate sono dello stesso ordine di grandezza dell'errore del modello e sono dunque tali da far ritenere del tutto trascurabili gli effetti delle opere sull'idrogeologia locale e (a maggior ragione) di area vasta.

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

2.3. *Impatti connessi all'intervento*

2.3.1. Impatti connessi allo specifico intervento

Per quanto espresso sopra relativamente agli effetti locali dell'intervento e con riferimento ai tre orizzonti granulari più superficiali, non vi è modo di supporre che possano esservi effetti sensibili sull'area vasta: infatti l'unico acquifero che per sua natura potrebbe trasferire lontano un effetto prodotto localmente è il secondo in pressione, ma le caratteristiche dell'intervento sono tali per cui non si ritiene che possano esservi alterazioni degne di nota.

2.3.2. Impatti connessi all'insieme degli interventi

Diversi atti attuativi del punto 3.1.a dell'Accordo di Programma per la Chimica a Porto Marghera hanno via via reso possibile l'attivazione degli interventi sulle sponde dei canali industriali, volti al contenimento degli effetti del degrado ambientale riscontrato nella laguna di Venezia e nell'area portuale in particolare: un perimetro che complessivamente ammonta ad oltre 20 km è oggetto di interventi, realizzati o in fase di progettazione, a carico del Magistrato alle Acque di Venezia o dell'Autorità Portuale di Venezia.

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

Le medesime osservazioni esposte nei precedenti paragrafi valgono anche in senso più ampio, in relazione all'insieme degli interventi sui canali: i drenaggi previsti a tergo dei marginamenti e la configurazione stratigrafica dei primi 10÷15 m sono tali per cui l'effetto sui primi due acquiferi (quello nello strato di riporto ed il primo a pressione) può essere ritenuto minimo localmente e dunque, a maggior ragione, ancora meno rilevante su grande scala.

Relativamente al rischio conseguente all'alterazione del regime delle falde sull'area vasta va fatto osservare che:

- l'effetto sull'acquifero superficiale nel riporto, per la natura di quest'ultimo, è tale da non causare alcuna variazione lontano dal punto in cui l'interferenza si manifesta;
- la prima falda in pressione è spesso attraversata dalle incisioni dei canali ed è presumibilmente in connessione con quella superficiale, motivo per cui si ritiene che lontano dalle conterminazioni non possa estendersi alcun effetto;
- la seconda falda in pressione è interessata solo quando la combinazione di una sua bassa profondità e dell'elevato approfondimento delle opere in sponda siano tali da sovrapporre falda e impermeabilizzazioni. Il progetto è stato studiato in modo da evitare ogni interfe-

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

renza con tale acquifero, grazie all'adozione di palancole di diversa lunghezza che consentano il libero scorrimento della falda attraverso le finestrature: è quindi possibile sostenere che l'effetto globale delle conterminazioni è con ogni probabilità trascurabile.

A grande scala, gli effetti sulle falde potrebbero essere solo conseguenza di variazioni che si instaurano in coincidenza del marginamento e che si propagano nella zona di sopraflusso secondo modalità legate alle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero a monte. Dalla modellazione idrogeologica emerge che nella zona di marginamento si manifestano solo variazioni locali e in ogni modo trascurabili; tale considerazione rende quindi poco significativo l'approfondimento della valutazione degli effetti sull'area vasta.

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

3. CONCLUSIONI

Le opere previste dal progetto di sistemazione della sponda sud del Canale Industriale Sud vanno ad interessare la parte più superficiale del complesso deposizionale lagunare che ospita un complesso di falde ad andamento lenticolare e discontinuo che, localmente, può assumere anche caratteristiche semiartesiane.

Alla luce delle precedenti considerazioni e delle caratteristiche tipologiche e dimensionali delle palancole, è innegabile l'effetto delle opere in sponda sull'idrogeologia della falda superficiale e della prima falda in pressione.

Tuttavia si può affermare che il sistema drenante posto lungo il perimetro dei marginamenti, e dimensionato con riferimento alle portate di entrambe le falde più superficiali (quella freatica e la prima in pressione), è in grado di conservare immutate le circostanze idrauliche della falda in questi strati. Tale effetto è lieve e tale da essere riassorbito nell'acquifero freatico.

Nello specifico, la falda superficiale viene regolarizzata all'interno di apposite vasche di sfioro munite di setto tracimabile e regolabile in altezza, per rendere possibili gli aggiustamenti sulla quota del setto in modo da ottimizzare l'assetto piezometrico locale, mentre la prima falda in pressione ha un moto talmente contenuto da farlo ritenere pressoché immobile, per cui l'effetto delle opere

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

in sponda può essere solo una variazione trascurabile dello stato tensionale dei terreni sovrastanti.

Il controllo delle condizioni delle falde sul bordo di fatto permette che lo stato futuro delle due falde interessate dallo sviluppo verticale delle opere di marginamento sia non difforme dall'attuale.

Con riferimento a questo intervento di sistemazione della sponda sud del Canale Industriale Sud, il presente studio ha ricostruito, mediante lo sviluppo di una modellazione matematica, le caratteristiche ed il comportamento della seconda falda in pressione, verificando l'esistenza e l'entità delle interferenze tra le opere previste dal progetto ed il deflusso idrico sotterraneo.

Per la modellazione idrogeologica è stato utilizzato il software Groundwater Vistas (Version 3) realizzato da Environmental Simulations International (Shrewsbury, Gran Bretagna), che utilizza il codice di calcolo MODFLOW.

La schematizzazione dell'acquifero è stata intrapresa con la precisa intenzione di massimizzare la lettura delle conseguenze piezometriche e di flusso date le possibili interferenze tra falda ed opere: per questo motivo, l'acquifero sede della seconda falda in pressione è stato considerato spazialmente continuo, con spessore variabile in base ai risultati delle indagini svolte nell'area dal Consorzio Venezia Nuova.

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

Per i dati di input di tipo idrogeologico del modello si è fatto riferimento ai rilievi e alle analisi condotte nel corso del 2002 e riportate nella Relazione Tecnica Indagini (Elaborato C di progetto).

La permeabilità dei terreni che costituiscono l'acquifero è stata fatta variare nell'intervallo compreso tra 3.49×10^{-4} m/s e 1.45×10^{-6} m/s, e per ricostruire l'andamento locale delle isopieze sono state utilizzate le misurazioni piezometriche disponibili.

Le simulazioni realizzate non indicano variazioni importanti nell'andamento delle isopieze, quale effetto del completo confinamento della sponda sud del Canale Industriale Sud; pur sotto le ipotesi fatte, le differenze di piezometrica rilevate sono del tutto trascurabili, come anche, conseguentemente, gli effetti delle opere sull'idrogeologia locale e (a maggior ragione) di area vasta.

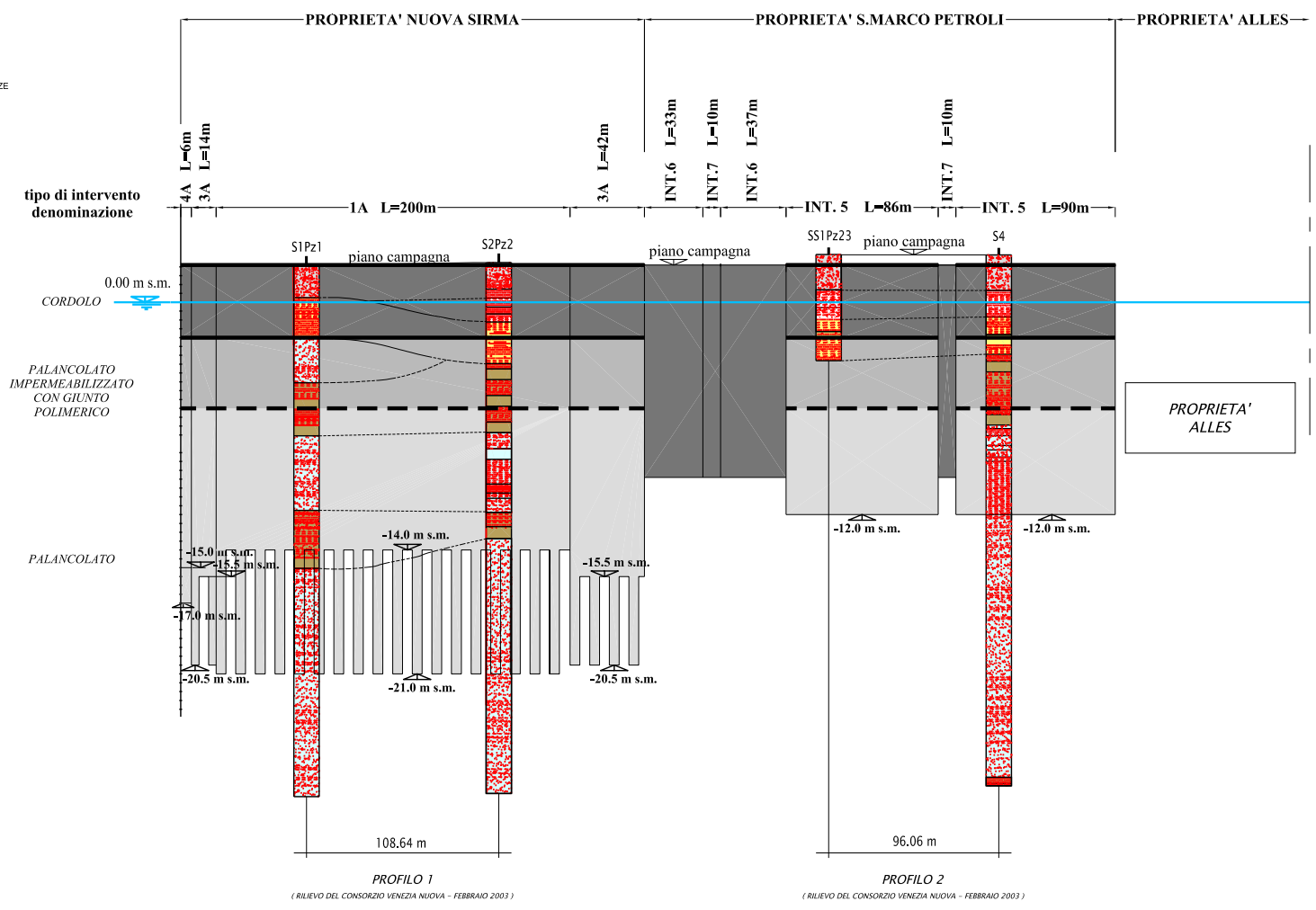
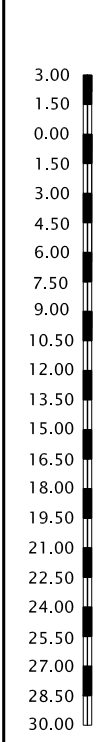
Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud
a Porto Marghera

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

ALLEGATO 1

PROFILI LONGITUDINALI DI PROGETTO

SCALA ALTEZZE
1:200
SCALA LUNGHEZZE
1:2000



LEGENDA:

- INGOMBRO CORDOLO CALCESTRUZZO
- LIMITI INFERIORI IMPERMEABILIZZAZIONE PALANCOLATO CON GIUNTO POLIMERICO
- SUPERFICIE FINESTRATA PALANCOLE

LEGENDA

- Terreni di riporto
- Terreno di riporto costituito da limo sabbioso, sabbia e ghiaia, spesso con ciottoli, radici, frammenti di laterizio. Sono presenti intercalazioni di argille rossastre e cenere nerastre.
 - fanghi rossi
- Sequenza stratigrafica naturale
- Complesso argilloso e limoso nerastro con materiale organico e torbe (clit. lagunare olocenico). Sono presenti anche livelli sabbiosi e sabbioso limosi (prevalentemente verso le aperture a mare).
 - Uno argilloso grigio screziato di ocra, molto compatto, spesso con noduli calcarei. CARANTO (neogene pleistocenico).
- Struttura sedimentaria assai complessa caratterizzata da depositi di ambiente fluvio-palustre o lacustre, costituiti prevalentemente da argille e limi generalmente chiari, talora compatti, e sabbie più o meno limose (Wurm, ultimo epivulso glaciale-pleistocenico).
- Orizzonti conchili costituiti da limi e argille grigie mediamente compatti o compatti.
- Orizzonti granulari costituiti da sabbie e sabbie limose grigie sciolte o mediamente addensate.

NOTA:
nel tratto finestrato la grafica non rappresenta l'effettiva lunghezza delle singole palancole che vengono messe in opera alternativamente ad elementi di diversa lunghezza.

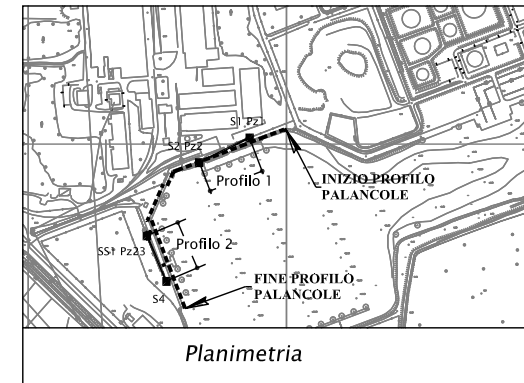
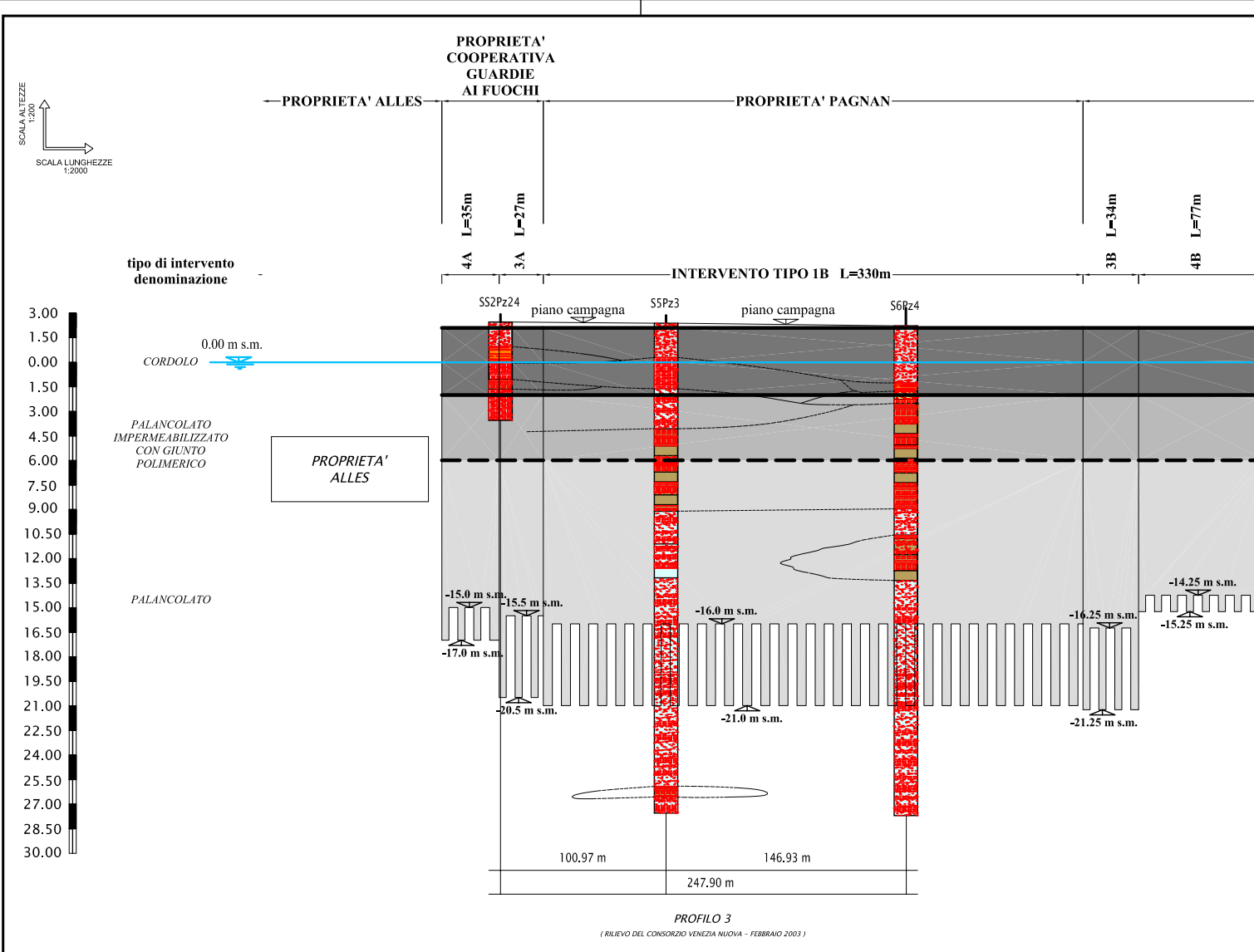
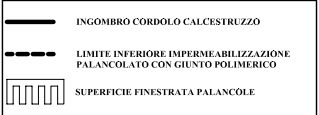


TAVOLA - 1
PROFILO LONGITUDINALE
CONTERMINAZIONE



LEGENDA:



LEGENDA



NOTA:
nel tratto finestrato la grafica non rappresenta l'effettiva lunghezza delle singole palancole che vengono messe in opera alternativamente ad elementi di diversa lunghezza.

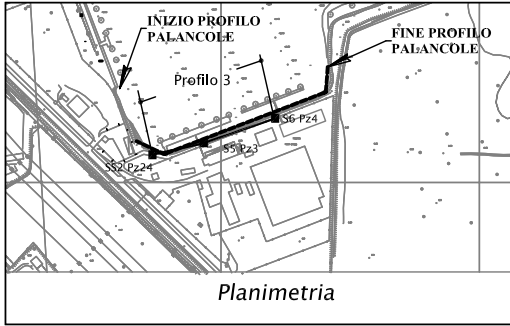





TAVOLA - 2

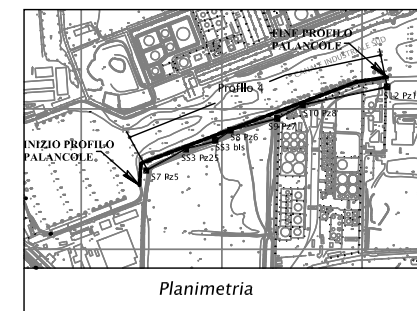
PROFILO LONGITUDINALE
CONTERMINAZIONE



| | |
|---|--|
|  | INGOMBRO CORDOLO CALCESTRUZZO |
|  | LIMITE INFERIORE IMPERMEABILIZZAZIONE PALANCOLATO CON GIUNTO POLIMERICO |
|  | SUPERFICIE FINISTRATA PALANCOLE |

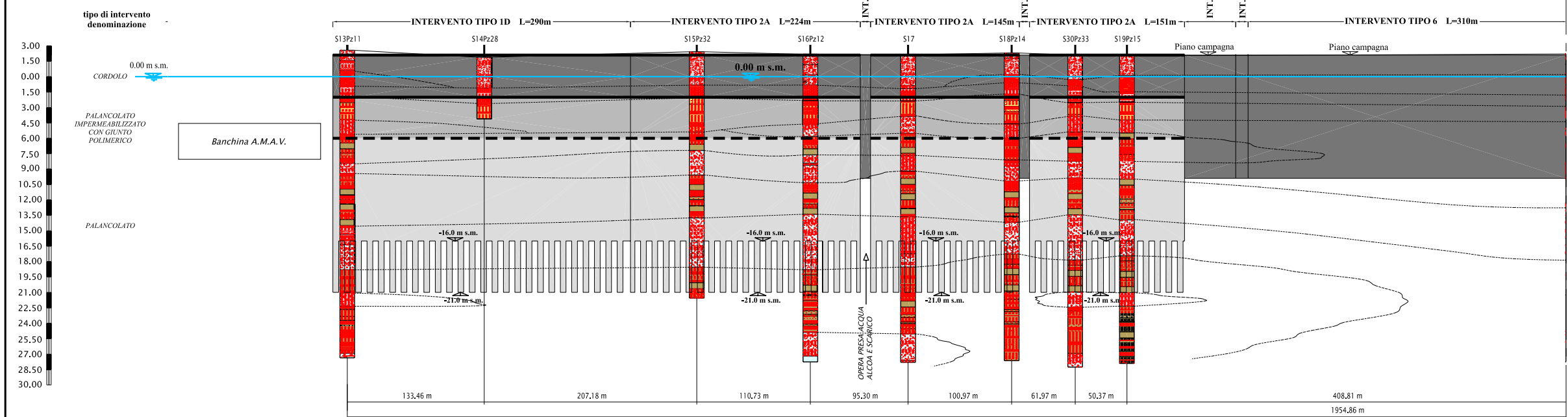
[illegible]

NOTA:
nel tratto finestrato la grafica non rappresenta
l'effettiva lunghezza delle singole palancole che
vengono messe in opera alternativamente ad elementi
di diversa lunghezza.



Dicembre 2002

SCALA ALTEZZE
1:200
SCALA LUNGHEZZE
1:2000



PROFILO 5
(RILIEVO DEL CONSORZIO VENEZIA NUOVA - FEBBRAIO 2003)

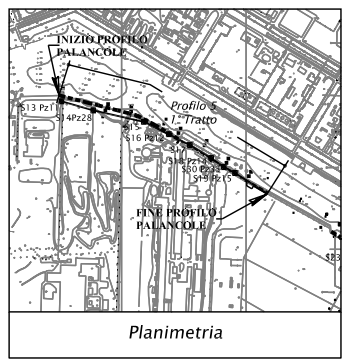
LEGENDA:

- INGOMBRO CORDOLO CALCESTRUZZO
- LIMITE INFERIORE IMPERMEABILIZZAZIONE PALANCOLATO CON GIUNTO POLIMERICO
- SUPERFICIE FINESTRATA A PALANCOLE

LEGENDA

- Terroni di riporto
- Terroni di riporto costituiti da limo sabbioso, sabbia e ghiaia, spesso con ciottoli, radici, frammenti di laterizio. Sono presenti intercalari di argilla rossastre e cementi neri.
 - Fanghi rossi
- Sequenza stratigrafica naturale
- Complesso argilloso a limo variegato con materiale organico e torbe (sido lagunare oleonico). Sono presenti anche livelli sabbiosi e sabbiosi limosi (gradatamente verso le aperture a mare).
 - Limo argilloso grigio scuro di ocra, molto compatto, spesso con noduli calcarei (CARANTO (torrepolitecnico)).
 - Struttura sedimentaria assai complessa caratterizzata da depositi di ambiente fluvio-palustre o lacustre, costituiti prevalentemente da argille e limi (generalmente chiari, talora compatti, e sabbie più o meno limose). Ultimo livello ghiaioso (platticostico).
 - Depositi costituiti da limi e argille grigi mediamente compatti e coesi.
 - Depositi costituiti da sabbie e sabbie limose grigi scuri o mediamente sabbiose.

NOTA:
nel tratto finestrato la grafica non rappresenta l'effettiva lunghezza delle singole palancole che vengono messe in opera alternativamente ad elementi di diversa lunghezza.



Planimetria

TAVOLA - 4

PROFILO LONGITUDINALE
CONTERMINAZIONE



Dicembre 2002

Interventi per la sistemazione del Canale Industriale Sud
a Porto Marghera

**RELAZIONE TECNICA CIRCA GLI EFFETTI DELLE OPERE
IN SPONDA SULLE FALDE**

ALLEGATO 2

**RISULTATI DELLE SIMULAZIONI SU MODELLO
IDROGEOLOGICO**

INDICE DELLE FIGURE

Piezometro S7Pz5

| | |
|--|----|
| – Simulazione 1 | |
| Figura 1 – Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione..... | 3 |
| Figura 2 – Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in sezione..... | 3 |
| Figura 3 – Simulazione dei vettori di velocità in pianta e sezione..... | 4 |
| Figura 4 – Simulazione delle linee di flusso, in pianta e sezione..... | 4 |
| – Simulazione 2 | |
| Figura 5 – Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione..... | 5 |
| Figura 6 – Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in sezione..... | 5 |
| Figura 7 – Simulazione dei vettori di velocità in pianta e sezione..... | 6 |
| Figura 8 – Simulazione delle linee di flusso, in pianta e sezione..... | 6 |
| – Simulazione 3 | |
| Figura 9 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in pianta e sezione..... | 7 |
| Figura 10 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in sezione..... | 7 |
| Figura 11 – Simulazione dei vettori di velocità, in pianta e sezione..... | 8 |
| Figura 12 – Simulazione delle linee di flusso, in pianta e sezione..... | 8 |
| – Simulazione 4 | |
| Figura 13 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in pianta e sezione..... | 9 |
| Figura 14 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in sezione..... | 9 |
| Figura 15 – Simulazione dei vettori di velocità, in pianta e sezione..... | 10 |
| Figura 16 – Simulazione delle linee di flusso, in pianta e sezione..... | 10 |

Piezometro S13Pz11

| | |
|--|----|
| – Simulazione 5 | |
| Figura 17 – Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione..... | 15 |
| Figura 18 – Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in sezione..... | 15 |
| Figura 19 – Simulazione dei vettori di velocità in pianta e sezione..... | 16 |
| Figura 20 – Simulazione delle linee di flusso, in pianta e sezione..... | 16 |
| – Simulazione 6 | |
| Figura 21 – Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione..... | 17 |
| Figura 22 – Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in sezione..... | 17 |
| – Simulazione 7 | |
| Figura 23 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in pianta e sezione..... | 18 |
| Figura 24 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in sezione..... | 18 |
| Figura 25 – Simulazione dei vettori di velocità, in pianta e sezione..... | 19 |
| Figura 26 – Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in pianta..... | 19 |
| Figura 27 – Simulazione delle linee di flusso in sezione..... | 20 |
| – Simulazione 8 | |
| Figura 28 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in pianta e sezione..... | 20 |
| Figura 29 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in sezione..... | 21 |
| Figura 30 – Simulazione dei vettori di velocità, in pianta e sezione..... | 21 |
| Figura 31 – Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in pianta..... | 22 |
| Figura 32 – Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in sezione..... | 22 |

Piezometro S16Pz12

| | |
|---|----|
| – Simulazione 9 | |
| Figura 33 – Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione..... | 27 |
| Figura 34 – Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in sezione..... | 27 |
| Figura 35 – Simulazione delle linee di flusso, in pianta e sezione..... | 28 |
| – Simulazione 10 | |
| Figura 36 – Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione..... | 28 |
| Figura 37 – Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in sezione..... | 29 |
| Figura 38 – Simulazione delle linee di flusso, in pianta e sezione..... | 29 |
| – Simulazione 11 | |
| Figura 39 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in pianta e sezione..... | 30 |
| Figura 40 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in sezione..... | 30 |
| Figura 41 – Simulazione dei vettori di velocità nello stato di progetto, in pianta e sezione..... | 31 |
| Figura 42 – Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in pianta e sezione..... | 31 |
| Figura 43 – Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in sezione..... | 32 |

Piezometro S19Pz15

| | |
|---|----|
| – Simulazione 13 | |
| Figura 44 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione..... | 37 |
| Figura 45 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in sezione | 37 |
| Figura 46 - Simulazione delle linee di flusso, in pianta e sezione | 38 |
| – Simulazione 14 | |
| Figura 47 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione..... | 38 |
| Figura 48 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in sezione | 39 |
| Figura 49 - Simulazione delle linee di flusso, in pianta e sezione | 39 |
| – Simulazione 15 | |
| Figura 50 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in pianta e sezione..... | 40 |
| Figura 51 - Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in sezione | 40 |
| Figura 52 – Simulazione dei vettori di velocità nello stato di progetto, in pianta e sezione..... | 41 |
| Figura 53 - Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in pianta | 41 |
| Figura 54 - Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in sezione..... | 42 |
| – Simulazione 16 | |
| Figura 55 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in pianta e sezione..... | 42 |
| Figura 56 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in sezione..... | 43 |
| Figura 57 - Simulazione dei vettori di velocità nello stato di progetto, in pianta e sezione..... | 43 |
| Figura 58 - Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in pianta | 44 |
| Figura 59 - Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in sezione..... | 44 |

Piezometro S21Pz17

| | |
|---|----|
| – Simulazione 17 | |
| Figura 60 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione..... | 49 |
| Figura 61 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in sezione | 49 |
| Figura 62 - Simulazione delle linee di flusso, in pianta e sezione | 50 |
| – Simulazione 18 | |
| Figura 63 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione..... | 50 |
| Figura 64 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in sezione | 51 |
| – Simulazione 19 | |
| Figura 65 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in pianta e sezione..... | 51 |
| Figura 66 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in sezione..... | 52 |
| Figura 67 - Simulazione dei vettori di velocità nello stato di progetto, in pianta e sezione..... | 52 |
| Figura 68 - Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in pianta e sezione..... | 53 |
| Figura 69 - Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in sezione..... | 53 |
| – Simulazione 20 | |
| Figura 70 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in pianta e sezione..... | 54 |
| Figura 71 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in sezione..... | 54 |
| Figura 72 - Simulazione dei vettori di velocità nello stato di progetto, in pianta e sezione..... | 55 |
| Figura 73 - Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in pianta e sezione..... | 55 |
| Figura 74 - Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in sezione..... | 56 |

Piezometro S7Pz5 - Simulazione 1 - Stato di fatto ($K=1.45 \times 10^{-6} \text{ m/s}$)

Figura 1 – Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione

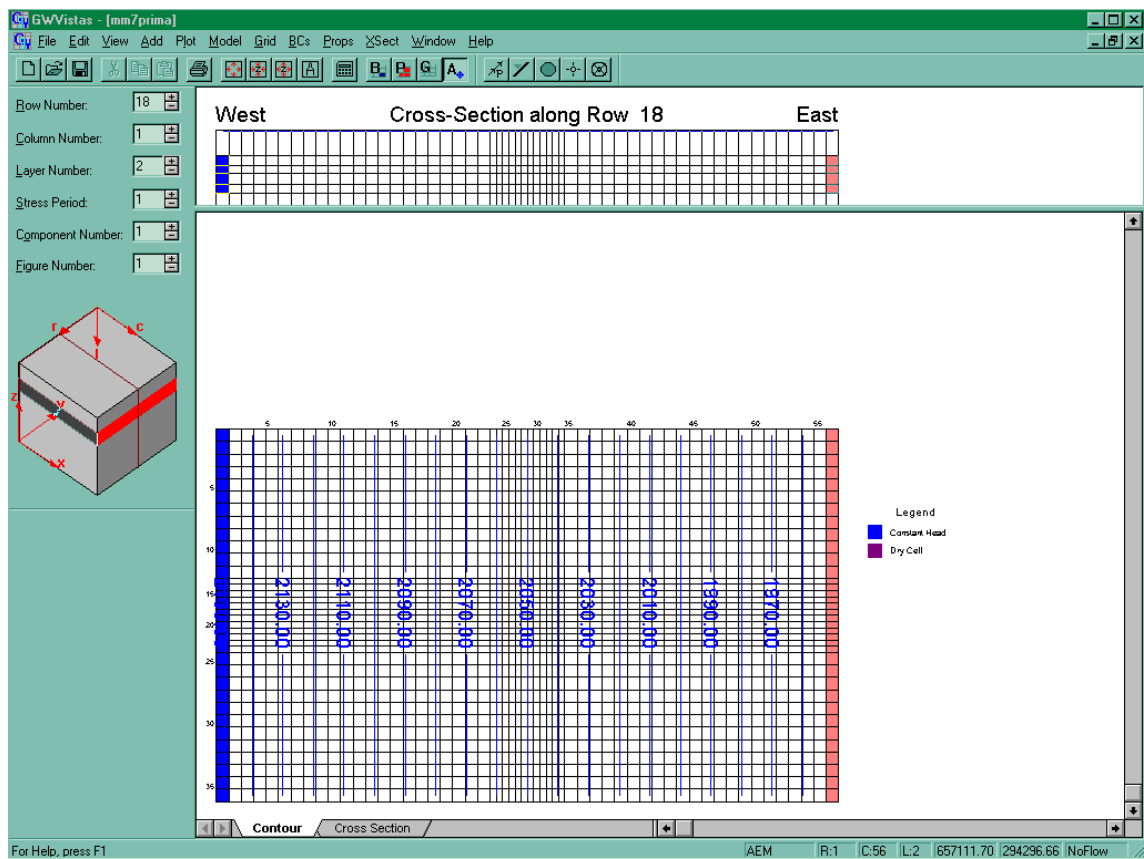


Figura 2 – Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in sezione

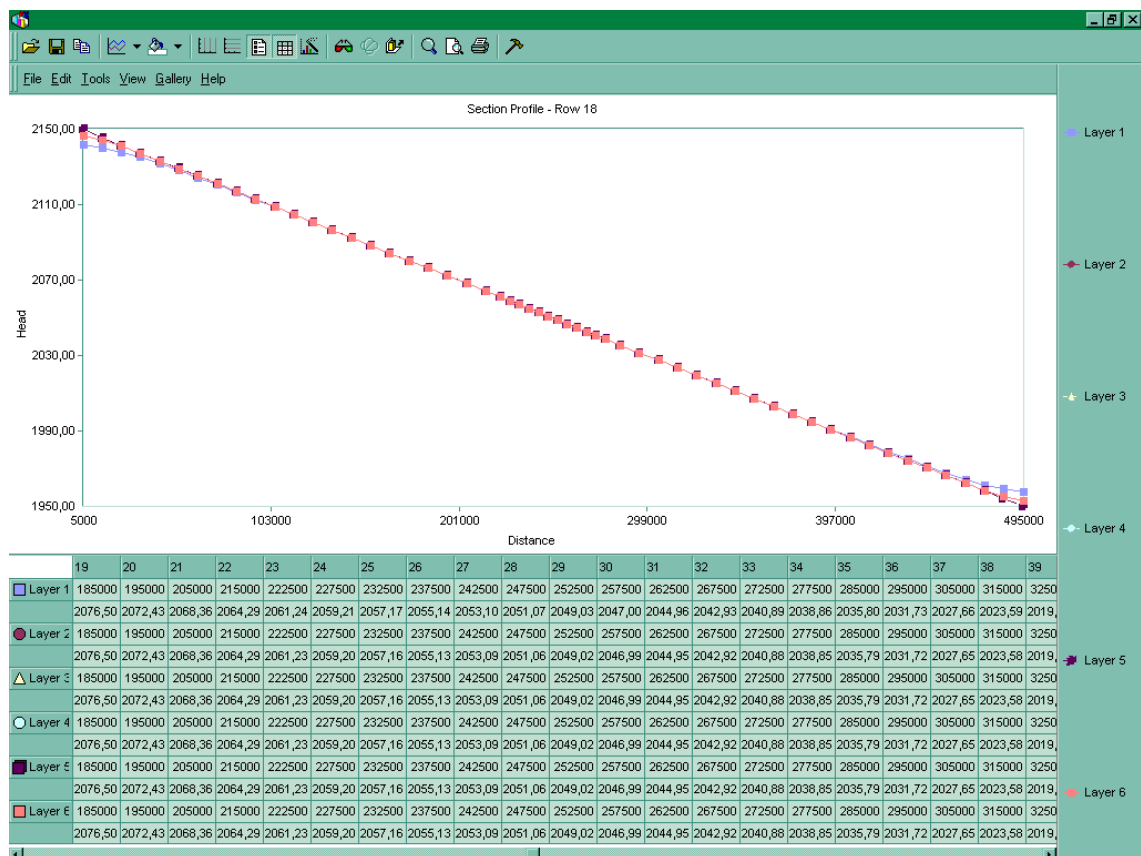


Figura 3 – Simulazione dei vettori di velocità in pianta e sezione

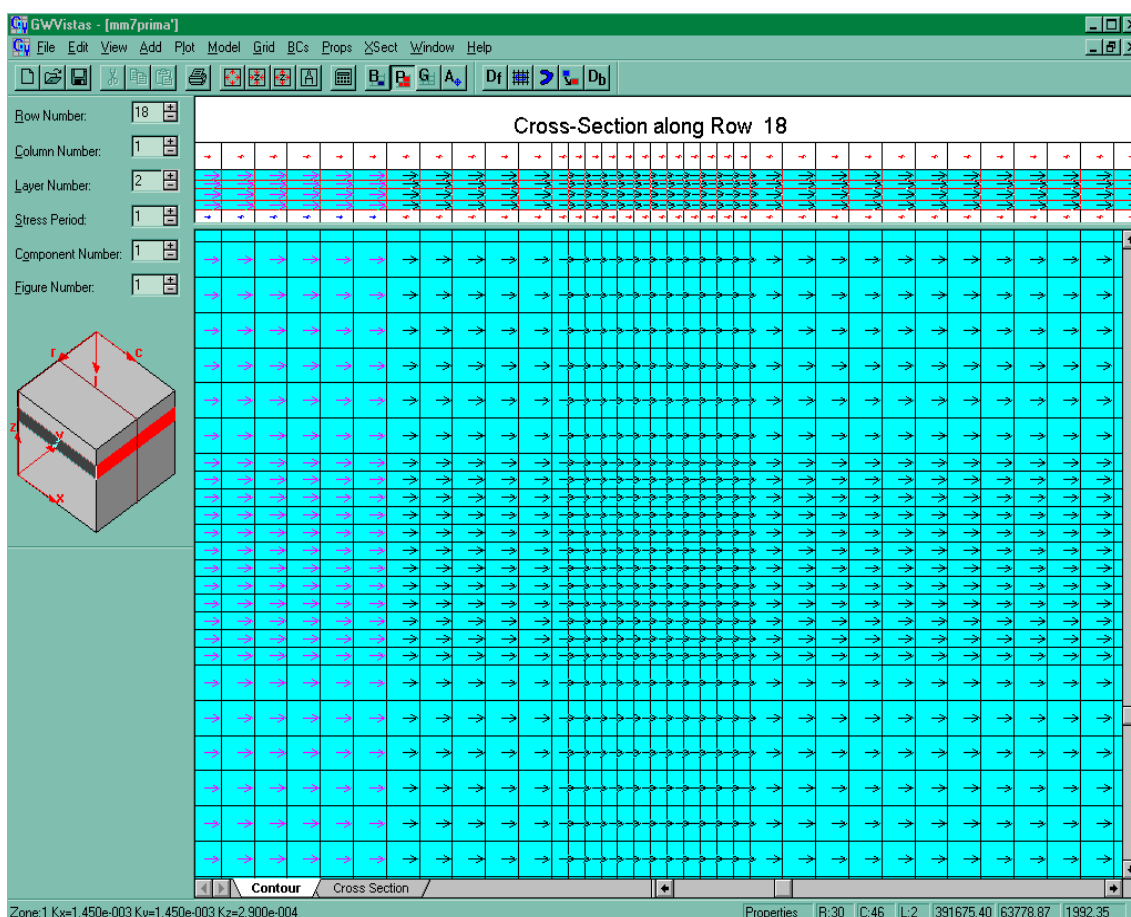
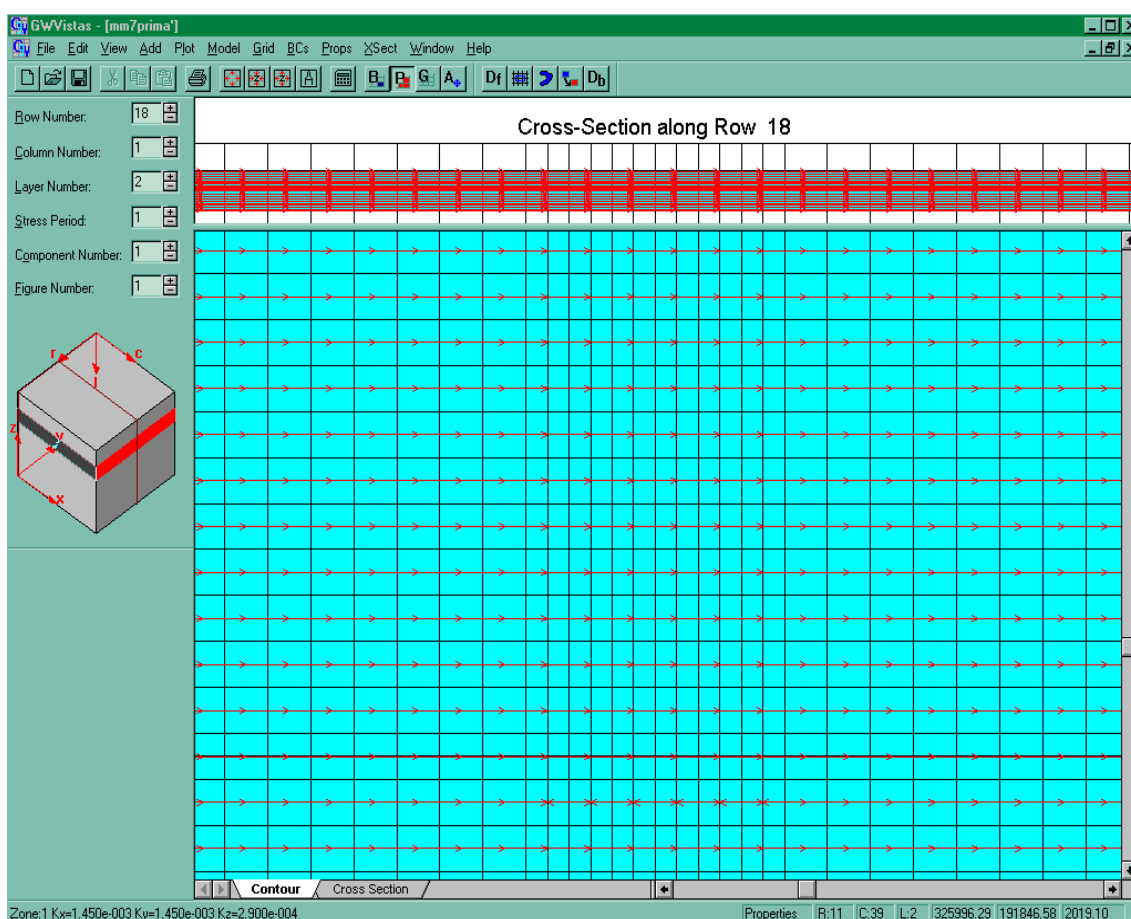


Figura 4 – Simulazione delle linee di flusso, in pianta e sezione



Simulazione 2 - Stato di fatto ($K=2.45 \times 10^{-6} \text{ m/s}$)

Figura 5 – Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione

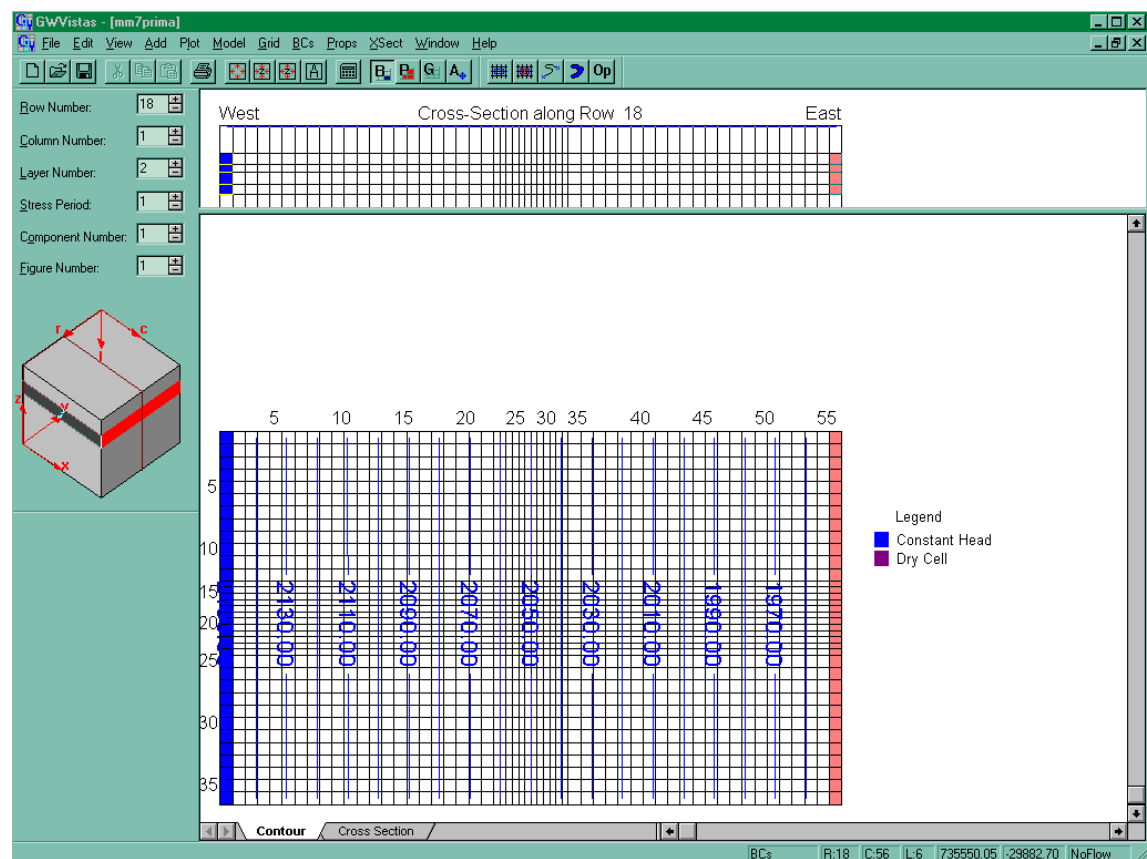


Figura 6 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in sezione

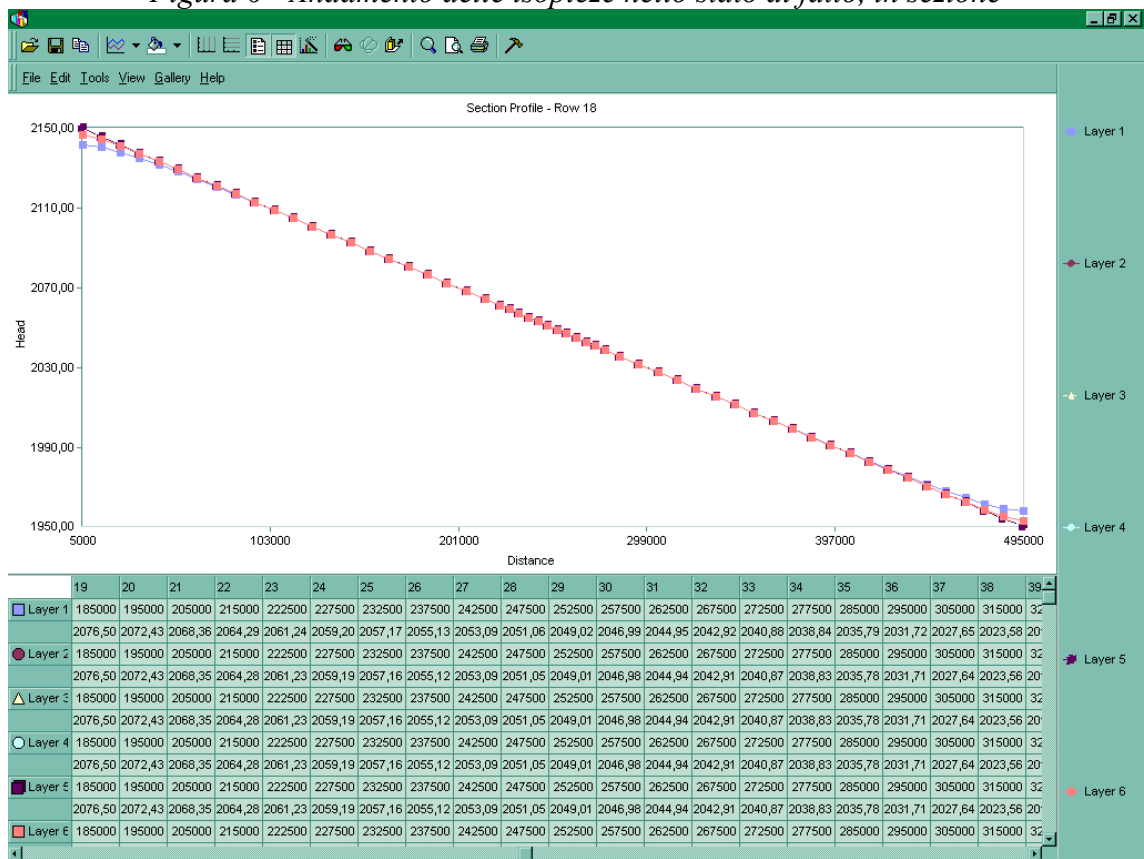


Figura 7 - Simulazione dei vettori di velocità in pianta e sezione

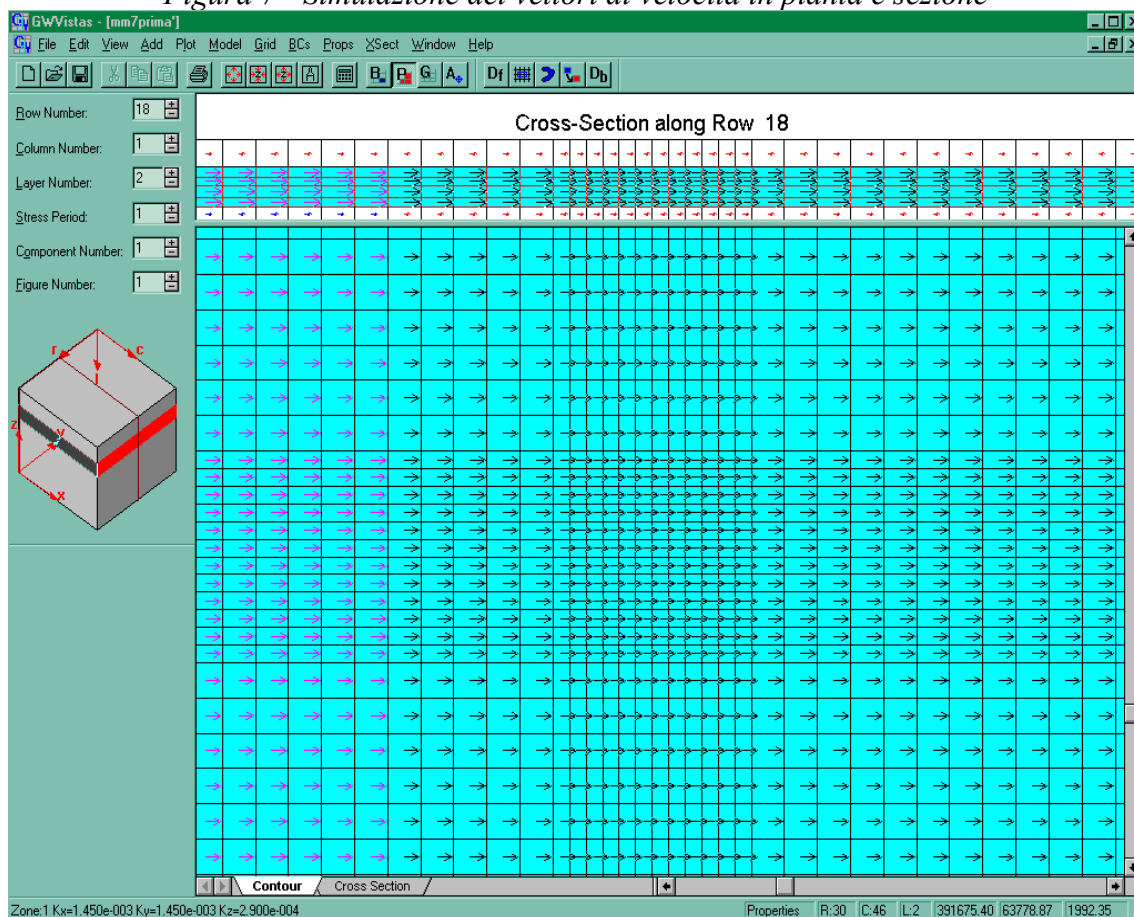
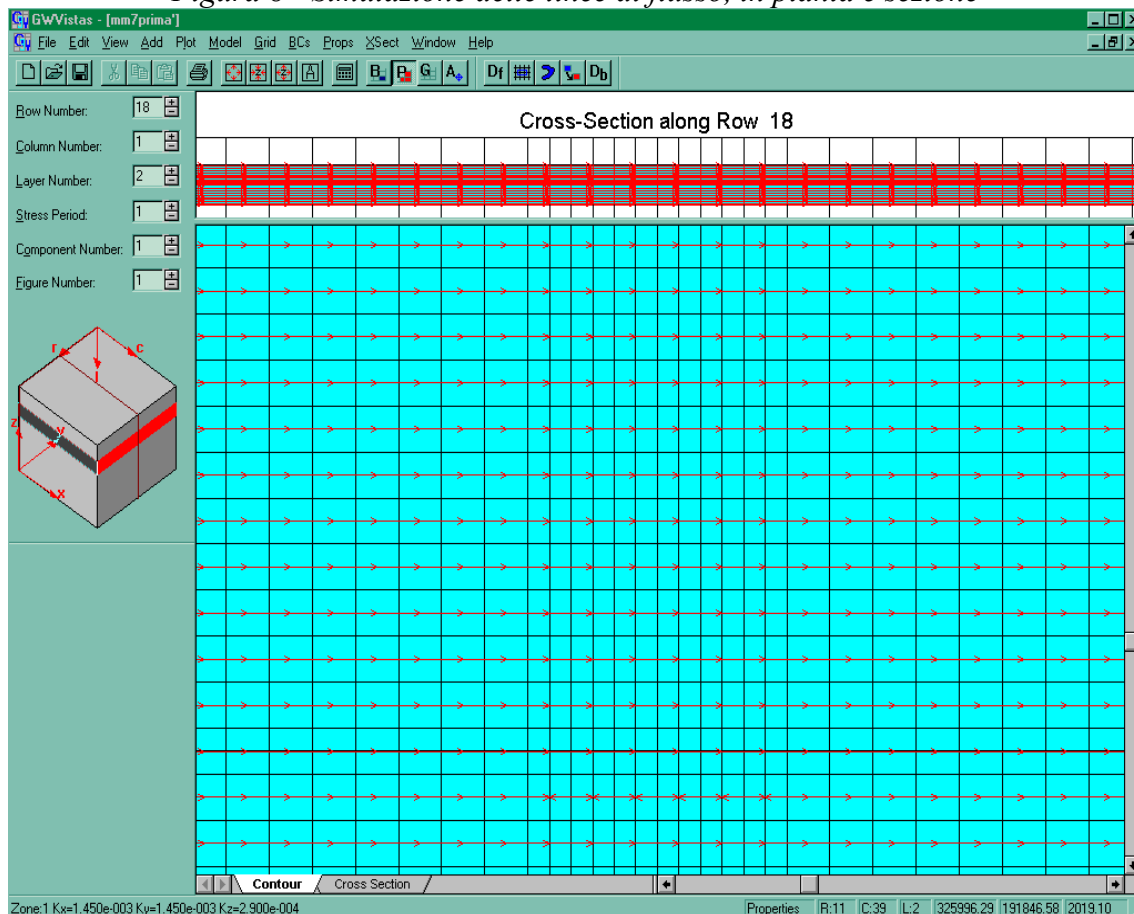


Figura 8 - Simulazione delle linee di flusso, in pianta e sezione



Simulazione 3 - Stato di progetto ($K=1.45 \times 10^{-6} \text{ m/s}$)

Figura 9 - Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in pianta e sezione

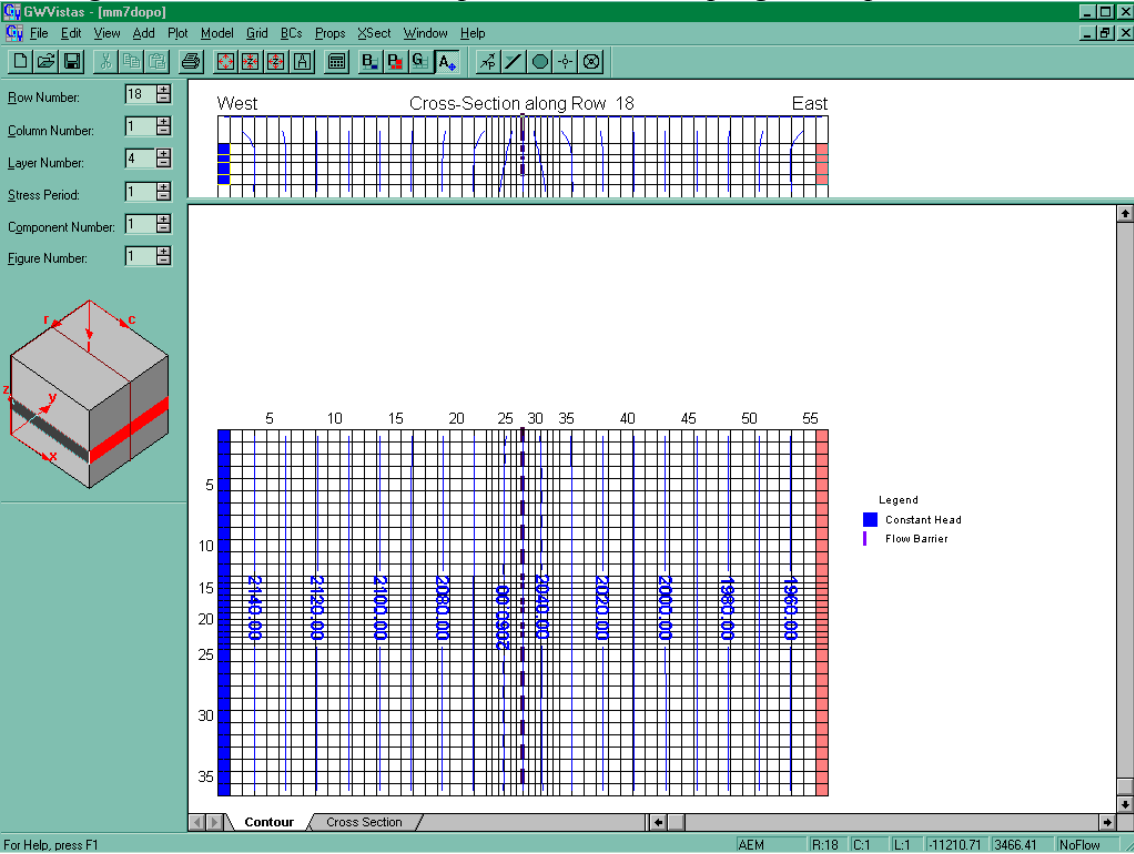


Figura 10 - Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in sezione

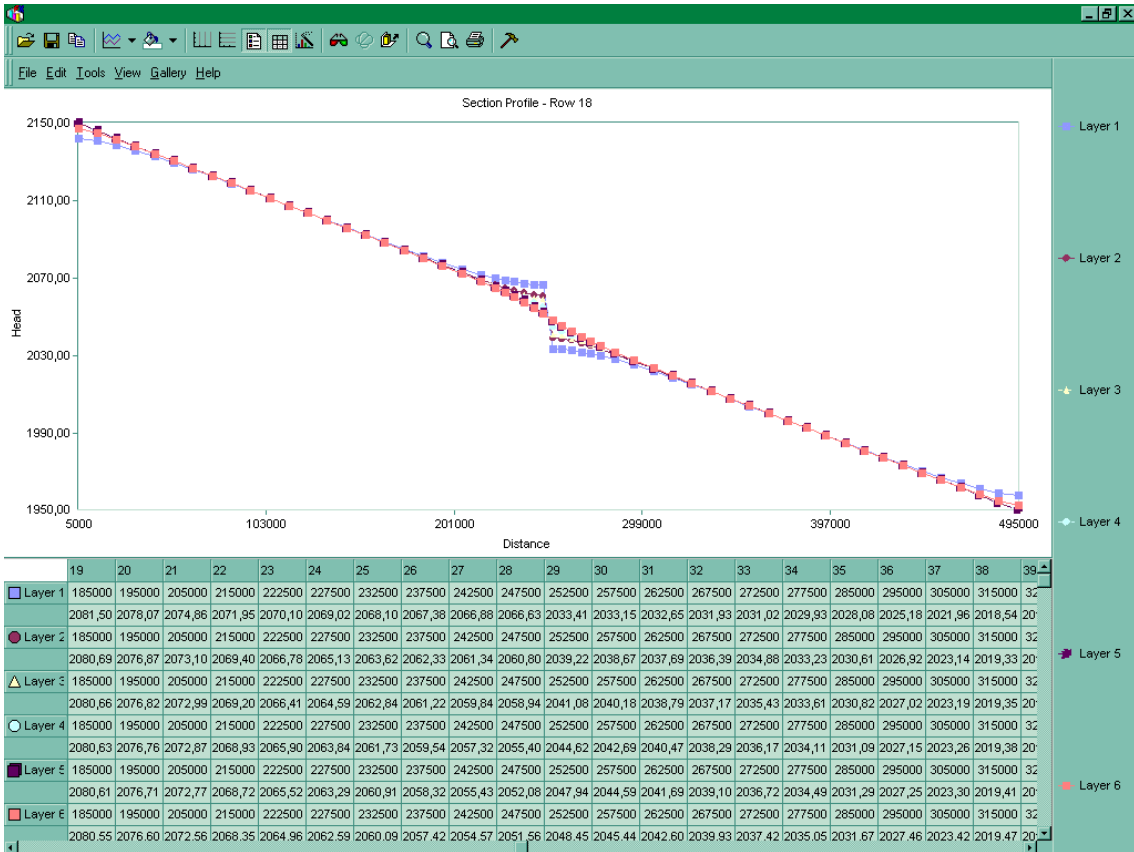


Figura 11 – Simulazione dei vettori di velocità, in pianta e sezione

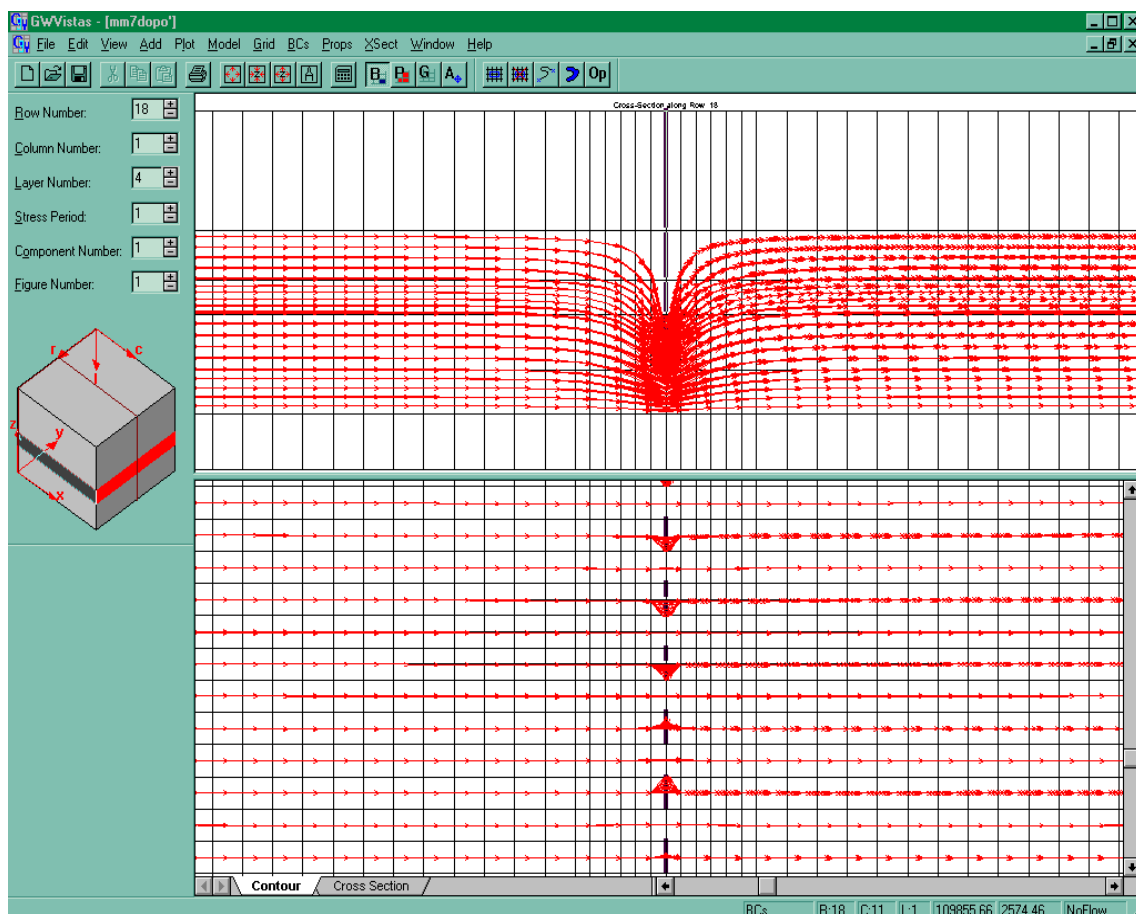
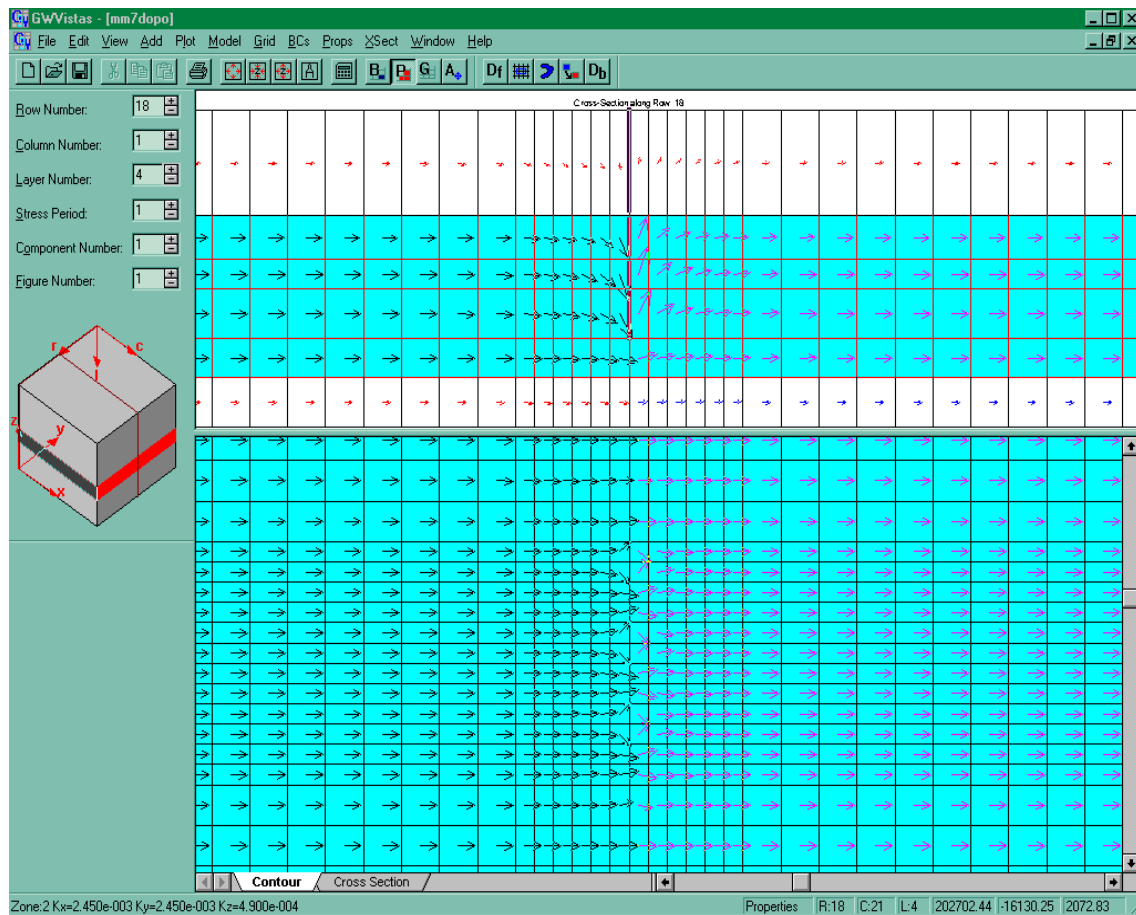


Figura 12 – Simulazione delle linee di flusso, in pianta e sezione

Simulazione 4 - Stato di progetto ($K=2.45 \times 10^{-6} \text{ m/s}$)

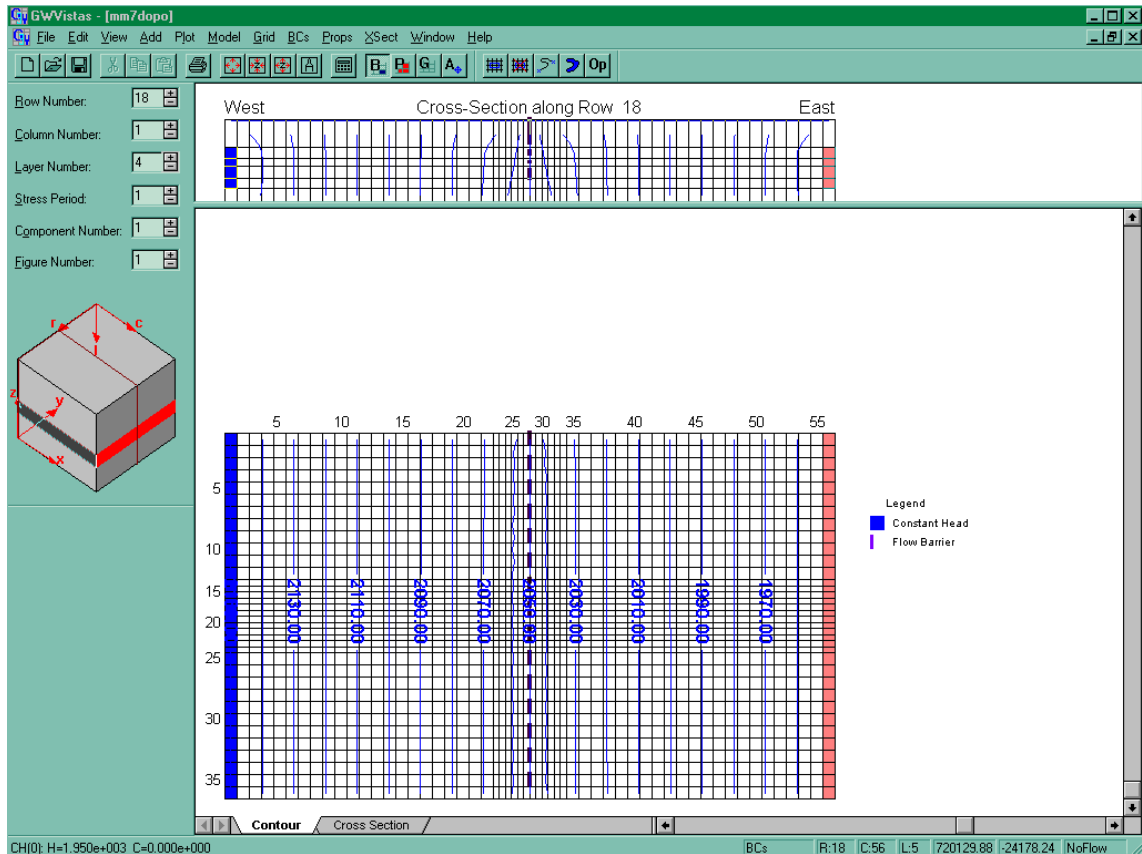


Figura 13 - Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in pianta e sezione

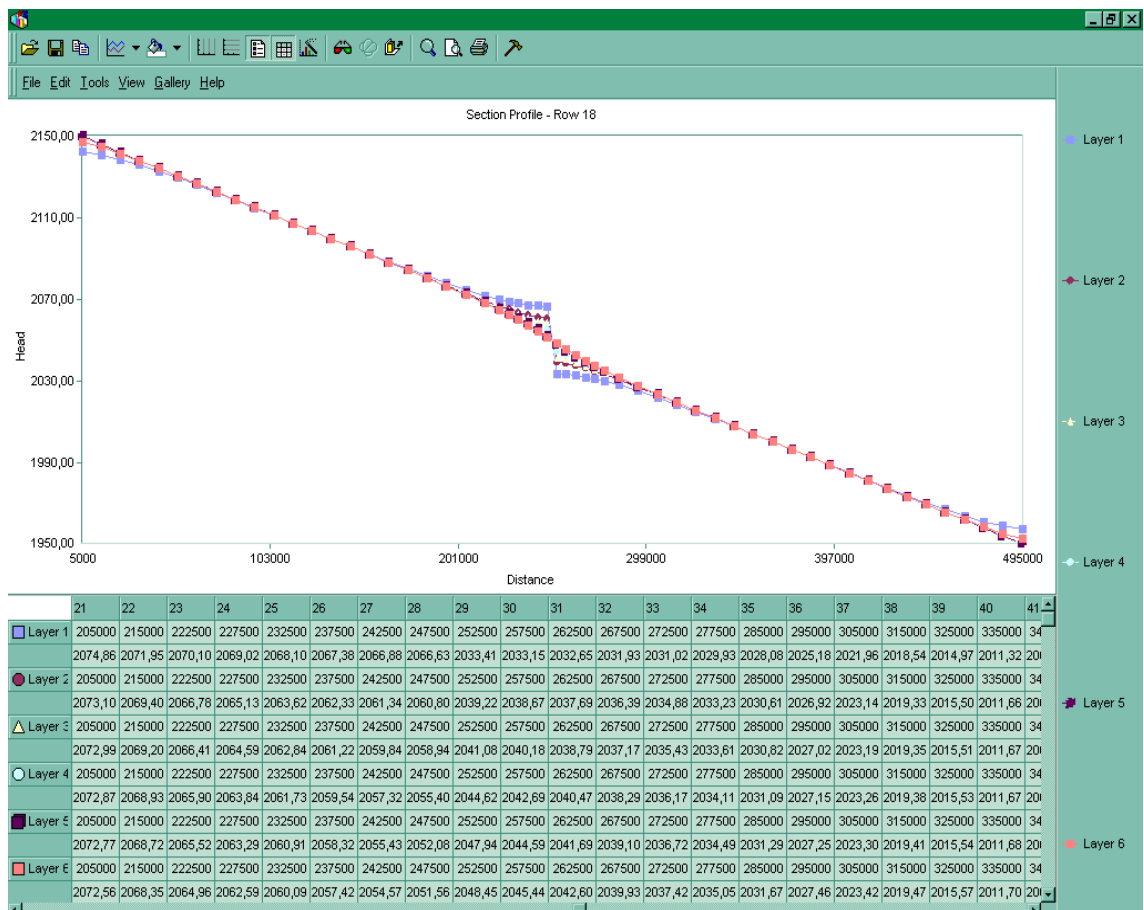


Figura 14 - Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in sezione

Figura 15 - Simulazione dei vettori di velocità, in pianta e sezione

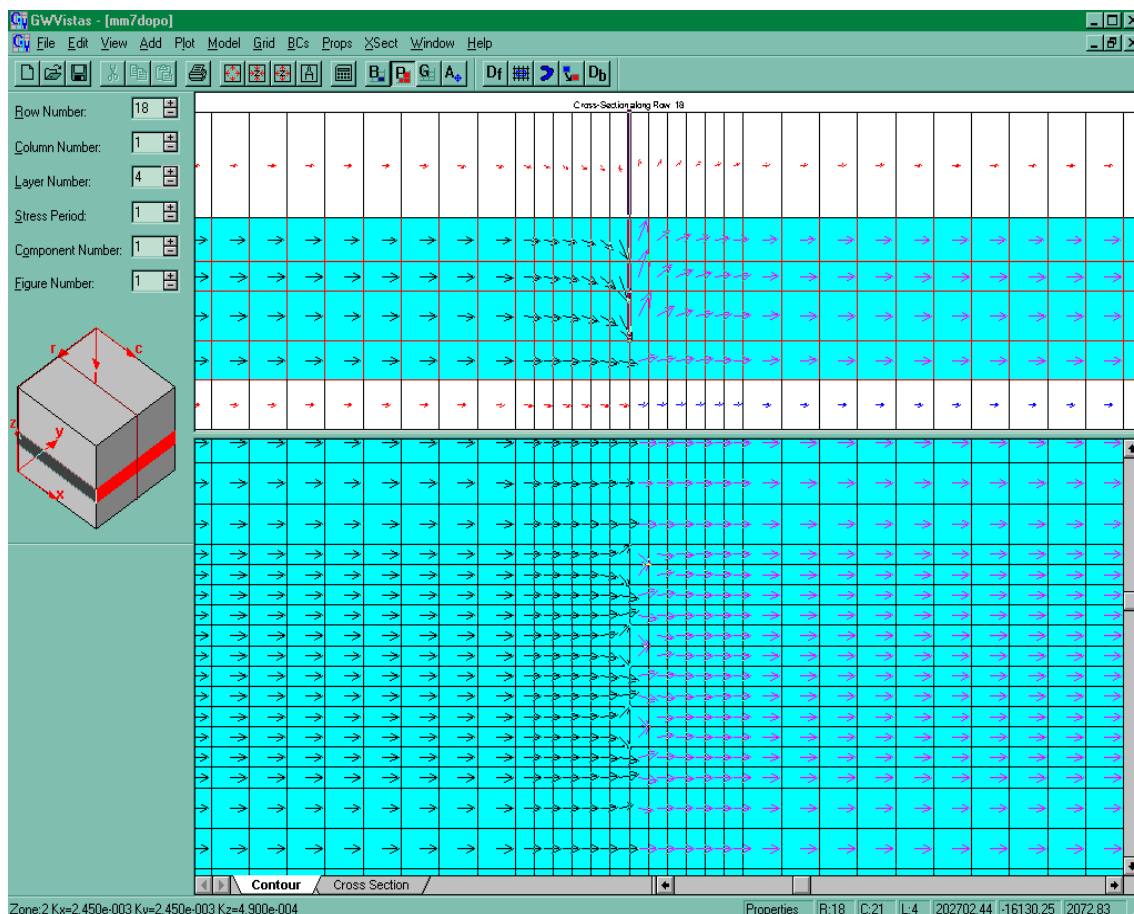


Figura 16 - Simulazione delle linee di flusso, in pianta e sezione

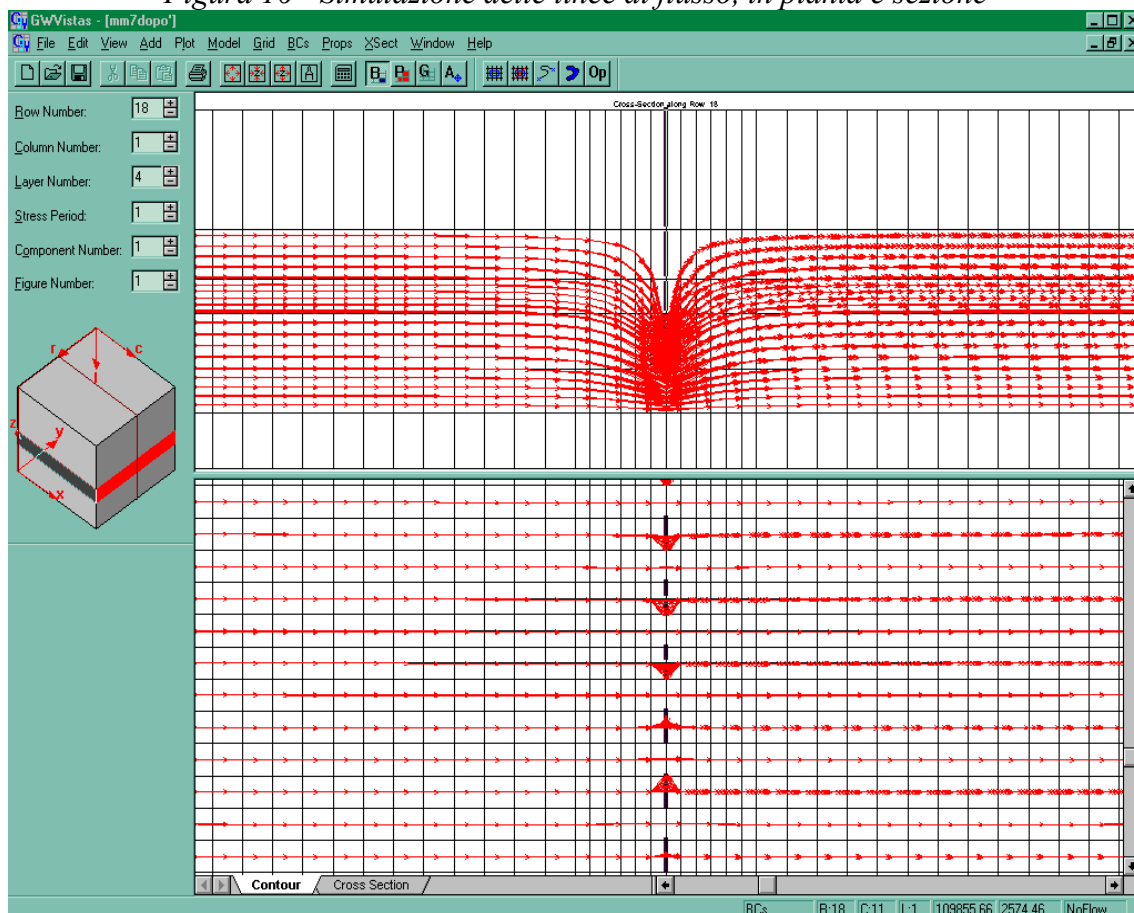


Tabella risultati simulazione 1

| Simulazione 1 | | K=1.45 e-6 m/s | | | | | |
|---------------|-------------|----------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
| Layer 2 | | Layer 3 | | Layer 4 | | Layer 5 | |
| dist(mm) | livello(mm) | dist(mm) | livello(mm) | dist(mm) | livello(mm) | dist(mm) | livello(mm) |
| 5000 | 2150 | 5000 | 2150 | 5000 | 2150 | 5000 | 2150 |
| 15000 | 2145,79 | 15000 | 2145,83 | 15000 | 2145,85 | 15000 | 2145,84 |
| 25000 | 2141,65 | 25000 | 2141,7 | 25000 | 2141,72 | 25000 | 2141,71 |
| 35000 | 2137,56 | 35000 | 2137,59 | 35000 | 2137,61 | 35000 | 2137,61 |
| 65000 | 2125,33 | 65000 | 2125,34 | 65000 | 2125,34 | 65000 | 2125,35 |
| 75000 | 2121,26 | 75000 | 2121,26 | 75000 | 2121,27 | 75000 | 2121,27 |
| 85000 | 2117,19 | 85000 | 2117,19 | 85000 | 2117,19 | 85000 | 2117,2 |
| 95000 | 2113,12 | 95000 | 2113,12 | 95000 | 2113,12 | 95000 | 2113,12 |
| 105000 | 2109,05 | 105000 | 2109,05 | 105000 | 2109,05 | 105000 | 2109,05 |
| 115000 | 2104,98 | 115000 | 2104,98 | 115000 | 2104,98 | 115000 | 2104,98 |
| 125000 | 2100,91 | 125000 | 2100,91 | 125000 | 2100,91 | 125000 | 2100,91 |
| 135000 | 2096,84 | 135000 | 2096,84 | 135000 | 2096,84 | 135000 | 2096,84 |
| 145000 | 2092,77 | 145000 | 2092,77 | 145000 | 2092,77 | 145000 | 2092,77 |
| 155000 | 2088,7 | 155000 | 2088,7 | 155000 | 2088,7 | 155000 | 2088,7 |
| 165000 | 2084,63 | 165000 | 2084,63 | 165000 | 2084,63 | 165000 | 2084,63 |
| 175000 | 2080,57 | 175000 | 2080,57 | 175000 | 2080,57 | 175000 | 2080,57 |
| 185000 | 2076,5 | 185000 | 2076,5 | 185000 | 2076,5 | 185000 | 2076,5 |
| 195000 | 2072,43 | 195000 | 2072,43 | 195000 | 2072,43 | 195000 | 2072,43 |
| 205000 | 2068,36 | 205000 | 2068,36 | 205000 | 2068,36 | 205000 | 2068,36 |
| 215000 | 2064,29 | 215000 | 2064,29 | 215000 | 2064,29 | 215000 | 2064,29 |
| 222500 | 2061,23 | 222500 | 2061,23 | 222500 | 2061,23 | 222500 | 2061,23 |
| 227500 | 2059,2 | 227500 | 2059,2 | 227500 | 2059,2 | 227500 | 2059,2 |
| 232500 | 2057,16 | 232500 | 2057,16 | 232500 | 2057,16 | 232500 | 2057,16 |
| 237500 | 2055,13 | 237500 | 2055,13 | 237500 | 2055,13 | 237500 | 2055,13 |
| 242500 | 2053,09 | 242500 | 2053,09 | 242500 | 2053,09 | 242500 | 2053,09 |
| 247500 | 2051,06 | 247500 | 2051,06 | 247500 | 2051,06 | 247500 | 2051,06 |
| 252500 | 2049,02 | 252500 | 2049,02 | 252500 | 2049,02 | 252500 | 2049,02 |
| 257500 | 2046,99 | 257500 | 2046,99 | 257500 | 2046,99 | 257500 | 2046,99 |
| 262500 | 2044,95 | 262500 | 2044,95 | 262500 | 2044,95 | 262500 | 2044,95 |
| 267500 | 2042,92 | 267500 | 2042,92 | 267500 | 2042,92 | 267500 | 2042,92 |
| 272500 | 2040,88 | 272500 | 2040,88 | 272500 | 2040,88 | 272500 | 2040,88 |
| 277500 | 2038,85 | 277500 | 2038,85 | 277500 | 2038,85 | 277500 | 2038,85 |
| 285000 | 2035,79 | 285000 | 2035,79 | 285000 | 2035,79 | 285000 | 2035,79 |
| 295000 | 2031,72 | 295000 | 2031,72 | 295000 | 2031,72 | 295000 | 2031,72 |
| 305000 | 2027,65 | 305000 | 2027,65 | 305000 | 2027,65 | 305000 | 2027,65 |
| 315000 | 2023,58 | 315000 | 2023,58 | 315000 | 2023,58 | 315000 | 2023,58 |
| 325000 | 2019,51 | 325000 | 2019,51 | 325000 | 2019,51 | 325000 | 2019,51 |
| 335000 | 2015,43 | 335000 | 2015,43 | 335000 | 2015,43 | 335000 | 2015,43 |
| 345000 | 2011,36 | 345000 | 2011,36 | 345000 | 2011,36 | 345000 | 2011,36 |
| 355000 | 2007,29 | 355000 | 2007,29 | 355000 | 2007,29 | 355000 | 2007,29 |
| 365000 | 2003,22 | 365000 | 2003,22 | 365000 | 2003,22 | 365000 | 2003,22 |
| 375000 | 1999,14 | 375000 | 1999,14 | 375000 | 1999,14 | 375000 | 1999,14 |
| 385000 | 1995,07 | 385000 | 1995,07 | 385000 | 1995,07 | 385000 | 1995,07 |
| 395000 | 1991 | 395000 | 1991 | 395000 | 1990,99 | 395000 | 1990,99 |
| 405000 | 1986,93 | 405000 | 1986,92 | 405000 | 1986,92 | 405000 | 1986,92 |
| 415000 | 1982,85 | 415000 | 1982,85 | 415000 | 1982,84 | 415000 | 1982,84 |
| 425000 | 1978,78 | 425000 | 1978,77 | 425000 | 1978,77 | 425000 | 1978,76 |
| 435000 | 1974,7 | 435000 | 1974,69 | 435000 | 1974,68 | 435000 | 1974,68 |
| 445000 | 1970,63 | 445000 | 1970,61 | 445000 | 1970,6 | 445000 | 1970,6 |
| 455000 | 1966,55 | 455000 | 1966,52 | 455000 | 1966,51 | 455000 | 1966,5 |
| 465000 | 1962,46 | 465000 | 1962,42 | 465000 | 1962,41 | 465000 | 1962,41 |
| 475000 | 1958,36 | 475000 | 1958,31 | 475000 | 1958,29 | 475000 | 1958,3 |
| 485000 | 1954,22 | 485000 | 1954,17 | 485000 | 1954,16 | 485000 | 1954,17 |
| 495000 | 1950 | 495000 | 1950 | 495000 | 1950 | 495000 | 1950 |

Tabella risultati simulazione 3

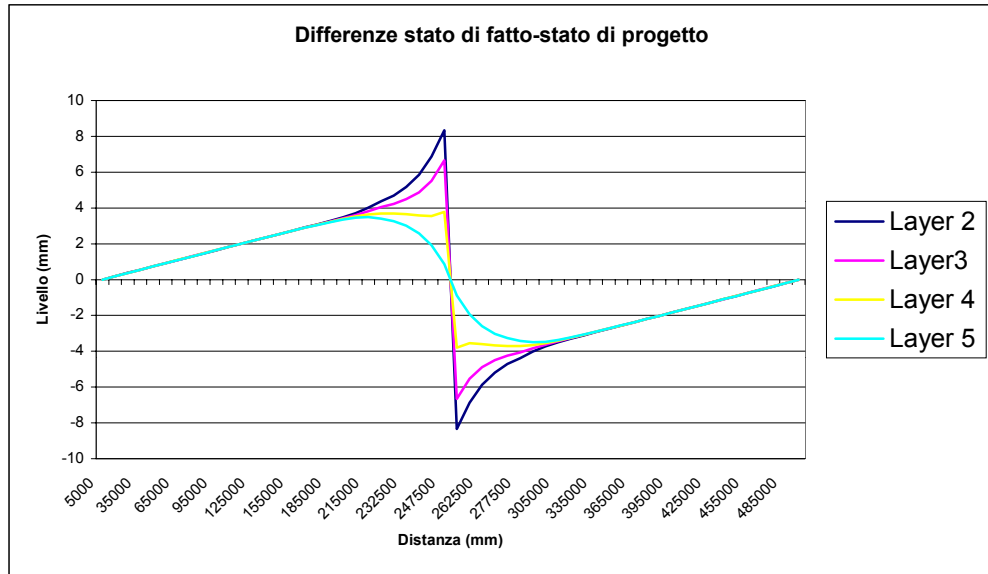
Simulazione 3

K=1.45 e-6 m/s

| Layer 2 | | Layer 3 | | Layer 4 | | Layer 5 | |
|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
| dist(mm) | livello(mm) | dist(mm) | livello(mm) | dist(mm) | livello(mm) | dist(mm) | livello(mm) |
| 5000 | 2150 | 5000 | 2150 | 5000 | 2150 | 5000 | 2150 |
| 15000 | 2145,97 | 15000 | 2146,02 | 15000 | 2146,03 | 15000 | 2146,02 |
| 25000 | 2142,03 | 25000 | 2142,07 | 25000 | 2142,09 | 25000 | 2142,08 |
| 35000 | 2138,11 | 35000 | 2138,14 | 35000 | 2138,16 | 35000 | 2138,16 |
| 45000 | 2134,21 | 45000 | 2134,24 | 45000 | 2134,25 | 45000 | 2134,25 |
| 65000 | 2126,43 | 65000 | 2126,44 | 65000 | 2126,45 | 65000 | 2126,45 |
| 75000 | 2122,54 | 75000 | 2122,55 | 75000 | 2122,55 | 75000 | 2122,55 |
| 85000 | 2118,65 | 85000 | 2118,66 | 85000 | 2118,66 | 85000 | 2118,66 |
| 95000 | 2114,76 | 95000 | 2114,77 | 95000 | 2114,77 | 95000 | 2114,77 |
| 115000 | 2106,99 | 115000 | 2106,99 | 115000 | 2106,99 | 115000 | 2106,99 |
| 125000 | 2103,1 | 125000 | 2103,1 | 125000 | 2103,1 | 125000 | 2103,1 |
| 135000 | 2099,21 | 135000 | 2099,21 | 135000 | 2099,21 | 135000 | 2099,21 |
| 145000 | 2095,32 | 145000 | 2095,32 | 145000 | 2095,32 | 145000 | 2095,32 |
| 155000 | 2091,43 | 155000 | 2091,43 | 155000 | 2091,43 | 155000 | 2091,42 |
| 165000 | 2087,55 | 165000 | 2087,54 | 165000 | 2087,53 | 165000 | 2087,53 |
| 175000 | 2083,66 | 175000 | 2083,64 | 175000 | 2083,63 | 175000 | 2083,62 |
| 185000 | 2079,78 | 185000 | 2079,75 | 185000 | 2079,73 | 185000 | 2079,71 |
| 195000 | 2075,9 | 195000 | 2075,86 | 195000 | 2075,82 | 195000 | 2075,78 |
| 205000 | 2072,06 | 205000 | 2071,97 | 205000 | 2071,89 | 205000 | 2071,82 |
| 215000 | 2068,3 | 215000 | 2068,11 | 215000 | 2067,93 | 215000 | 2067,78 |
| 222500 | 2065,6 | 222500 | 2065,27 | 222500 | 2064,92 | 222500 | 2064,63 |
| 227500 | 2063,9 | 227500 | 2063,42 | 227500 | 2062,89 | 227500 | 2062,46 |
| 232500 | 2062,34 | 232500 | 2061,65 | 232500 | 2060,82 | 232500 | 2060,17 |
| 237500 | 2060,99 | 237500 | 2060 | 237500 | 2058,72 | 237500 | 2057,72 |
| 242500 | 2059,96 | 242500 | 2058,61 | 242500 | 2056,63 | 242500 | 2055,02 |
| 247500 | 2059,39 | 247500 | 2057,71 | 247500 | 2054,84 | 247500 | 2051,93 |
| 252500 | 2040,68 | 252500 | 2042,36 | 252500 | 2045,22 | 252500 | 2048,14 |
| 257500 | 2040,11 | 257500 | 2041,46 | 257500 | 2043,44 | 257500 | 2045,05 |
| 262500 | 2039,08 | 262500 | 2040,07 | 262500 | 2041,35 | 262500 | 2042,35 |
| 267500 | 2037,73 | 267500 | 2038,42 | 267500 | 2039,24 | 267500 | 2039,89 |
| 272500 | 2036,17 | 272500 | 2036,64 | 272500 | 2037,18 | 272500 | 2037,61 |
| 277500 | 2034,46 | 277500 | 2034,79 | 277500 | 2035,15 | 277500 | 2035,43 |
| 285000 | 2031,77 | 285000 | 2031,95 | 285000 | 2032,14 | 285000 | 2032,29 |
| 295000 | 2028 | 295000 | 2028,09 | 295000 | 2028,18 | 295000 | 2028,25 |
| 305000 | 2024,16 | 305000 | 2024,21 | 305000 | 2024,25 | 305000 | 2024,28 |
| 315000 | 2020,29 | 315000 | 2020,31 | 315000 | 2020,33 | 315000 | 2020,35 |
| 325000 | 2016,4 | 325000 | 2016,42 | 325000 | 2016,43 | 325000 | 2016,44 |
| 335000 | 2012,51 | 335000 | 2012,52 | 335000 | 2012,53 | 335000 | 2012,53 |
| 345000 | 2008,62 | 345000 | 2008,63 | 345000 | 2008,63 | 345000 | 2008,63 |
| 355000 | 2004,73 | 355000 | 2004,73 | 355000 | 2004,73 | 355000 | 2004,74 |
| 365000 | 2000,84 | 365000 | 2000,84 | 365000 | 2000,84 | 365000 | 2000,84 |
| 375000 | 1996,95 | 375000 | 1996,95 | 375000 | 1996,95 | 375000 | 1996,95 |
| 385000 | 1993,05 | 385000 | 1993,05 | 385000 | 1993,05 | 385000 | 1993,05 |
| 395000 | 1989,16 | 395000 | 1989,16 | 395000 | 1989,16 | 395000 | 1989,16 |
| 405000 | 1985,27 | 405000 | 1985,27 | 405000 | 1985,27 | 405000 | 1985,27 |
| 415000 | 1981,38 | 415000 | 1981,38 | 415000 | 1981,37 | 415000 | 1981,37 |
| 425000 | 1977,49 | 425000 | 1977,48 | 425000 | 1977,48 | 425000 | 1977,47 |
| 435000 | 1973,6 | 435000 | 1973,58 | 435000 | 1973,58 | 435000 | 1973,58 |
| 445000 | 1969,7 | 445000 | 1969,69 | 445000 | 1969,68 | 445000 | 1969,67 |
| 455000 | 1965,8 | 455000 | 1965,78 | 455000 | 1965,77 | 455000 | 1965,76 |
| 465000 | 1961,9 | 465000 | 1961,87 | 465000 | 1961,85 | 465000 | 1961,85 |
| 475000 | 1957,98 | 475000 | 1957,94 | 475000 | 1957,92 | 475000 | 1957,92 |
| 485000 | 1954,03 | 485000 | 1953,99 | 485000 | 1953,97 | 485000 | 1953,98 |
| 495000 | 1950 | 495000 | 1950 | 495000 | 1950 | 495000 | 1950 |

Tabella differenze stato di fatto-stato di progetto per le simulazioni 1 e 3

| Distanze (mm) | Differenze layer 2 (mm) | Differenze layer 3 (mm) | Differenze layer 4 (mm) | Differenze layer 5 (mm) |
|------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 5000 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15000 | 0,18 | 0,19 | 0,18 | 0,18 |
| 25000 | 0,38 | 0,37 | 0,37 | 0,37 |
| 35000 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 |
| 45000 | 0,74 | 0,74 | 0,74 | 0,74 |
| 55000 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 |
| 65000 | 1,1 | 1,1 | 1,11 | 1,1 |
| 75000 | 1,28 | 1,29 | 1,28 | 1,28 |
| 85000 | 1,46 | 1,47 | 1,47 | 1,46 |
| 95000 | 1,64 | 1,65 | 1,65 | 1,65 |
| 105000 | 1,83 | 1,83 | 1,83 | 1,83 |
| 115000 | 2,01 | 2,01 | 2,01 | 2,01 |
| 125000 | 2,19 | 2,19 | 2,19 | 2,19 |
| 135000 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 |
| 145000 | 2,55 | 2,55 | 2,55 | 2,55 |
| 155000 | 2,73 | 2,73 | 2,73 | 2,72 |
| 165000 | 2,92 | 2,91 | 2,9 | 2,9 |
| 175000 | 3,09 | 3,07 | 3,06 | 3,05 |
| 185000 | 3,28 | 3,25 | 3,23 | 3,21 |
| 195000 | 3,47 | 3,43 | 3,39 | 3,35 |
| 205000 | 3,7 | 3,61 | 3,53 | 3,46 |
| 215000 | 4,01 | 3,82 | 3,64 | 3,49 |
| 222500 | 4,37 | 4,04 | 3,69 | 3,4 |
| 227500 | 4,7 | 4,22 | 3,69 | 3,26 |
| 232500 | 5,18 | 4,49 | 3,66 | 3,01 |
| 237500 | 5,86 | 4,87 | 3,59 | 2,59 |
| 242500 | 6,87 | 5,52 | 3,54 | 1,93 |
| 247500 | 8,33 | 6,65 | 3,78 | 0,87 |
| 252500 | -8,34 | -6,66 | -3,8 | -0,88 |
| 257500 | -6,88 | -5,53 | -3,55 | -1,94 |
| 262500 | -5,87 | -4,88 | -3,6 | -2,6 |
| 267500 | -5,19 | -4,5 | -3,68 | -3,03 |
| 272500 | -4,71 | -4,24 | -3,7 | -3,27 |
| 277500 | -4,39 | -4,06 | -3,7 | -3,42 |
| 285000 | -4,02 | -3,84 | -3,65 | -3,5 |
| 295000 | -3,72 | -3,63 | -3,54 | -3,47 |
| 305000 | -3,49 | -3,44 | -3,4 | -3,37 |
| 315000 | -3,29 | -3,27 | -3,25 | -3,23 |
| 325000 | -3,11 | -3,09 | -3,08 | -3,07 |
| 335000 | -2,92 | -2,91 | -2,9 | -2,9 |
| 345000 | -2,74 | -2,73 | -2,73 | -2,73 |
| 355000 | -2,56 | -2,56 | -2,56 | -2,55 |
| 365000 | -2,38 | -2,38 | -2,38 | -2,38 |
| 375000 | -2,19 | -2,19 | -2,19 | -2,19 |
| 385000 | -2,02 | -2,02 | -2,02 | -2,02 |
| 395000 | -1,84 | -1,84 | -1,83 | -1,83 |
| 405000 | -1,66 | -1,65 | -1,65 | -1,65 |
| 415000 | -1,47 | -1,47 | -1,47 | -1,47 |
| 425000 | -1,29 | -1,29 | -1,29 | -1,29 |
| 435000 | -1,1 | -1,11 | -1,1 | -1,1 |
| 445000 | -0,93 | -0,92 | -0,92 | -0,93 |
| 455000 | -0,75 | -0,74 | -0,74 | -0,74 |
| 465000 | -0,56 | -0,55 | -0,56 | -0,56 |
| 475000 | -0,38 | -0,37 | -0,37 | -0,38 |
| 485000 | -0,19 | -0,18 | -0,19 | -0,19 |
| 495000 | 0 | 0 | 0 | 0 |



Piezometro S13Pz11 -Simulazione 5 - Stato di fatto ($K=5.46 \times 10^{-6} \text{ m/s}$)

Figura 17 – Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione

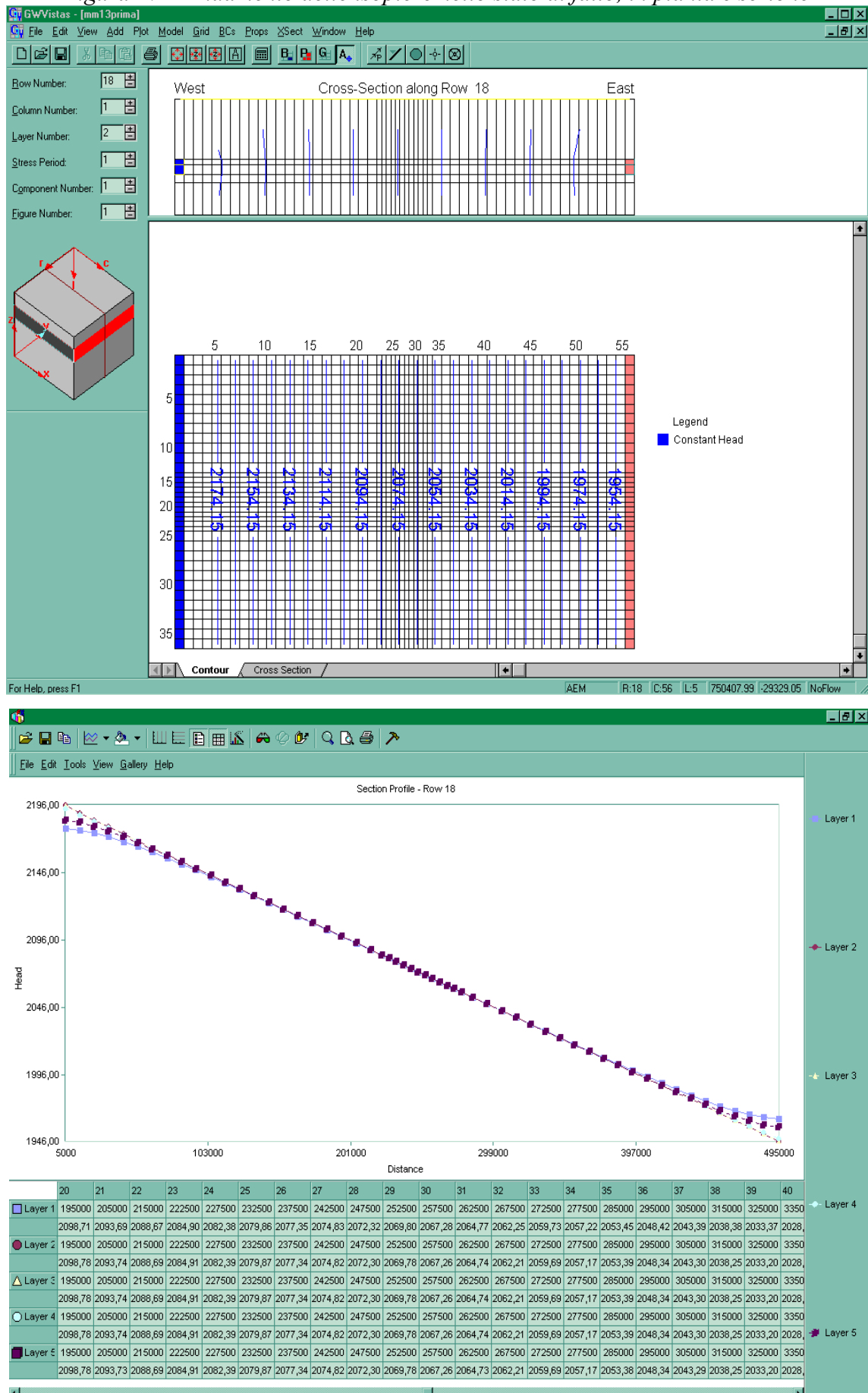


Figura 18 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in sezione

Figura 19 - Simulazione dei vettori di velocità in pianta e sezione

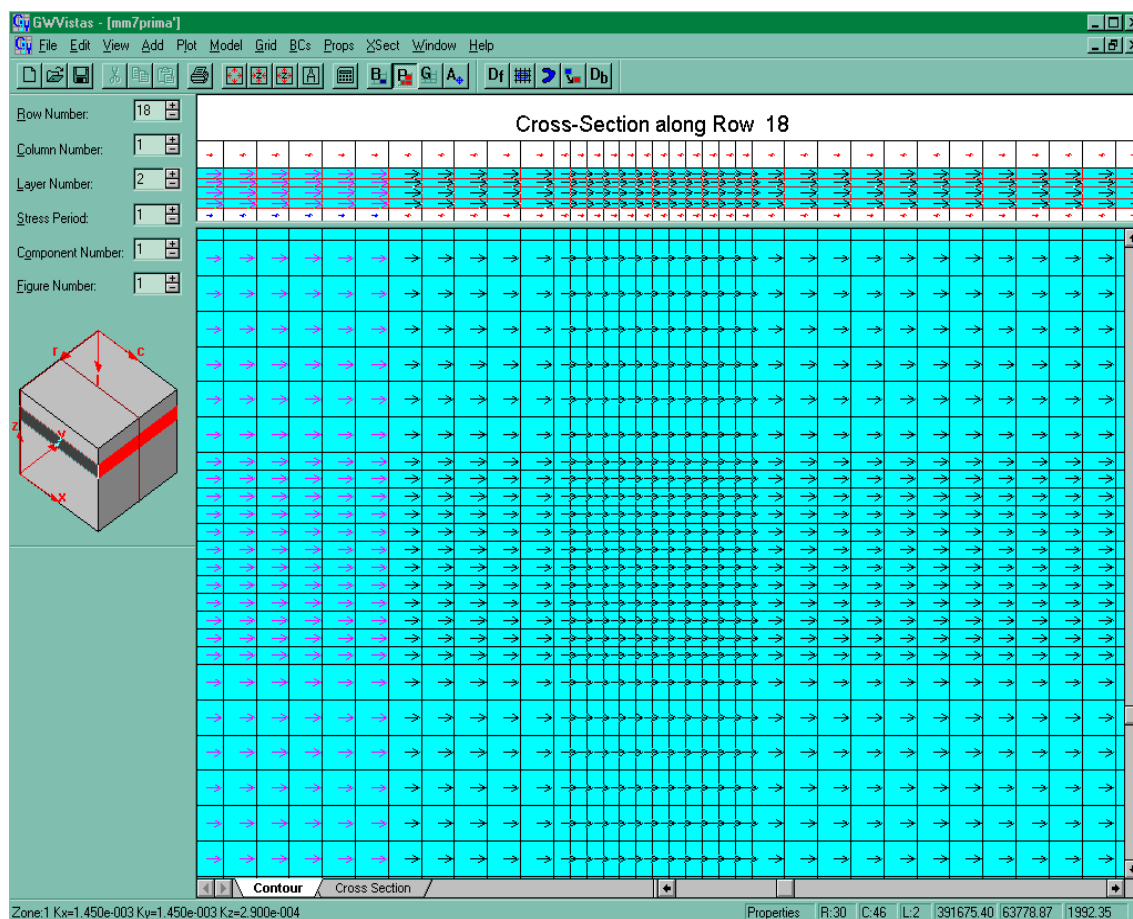
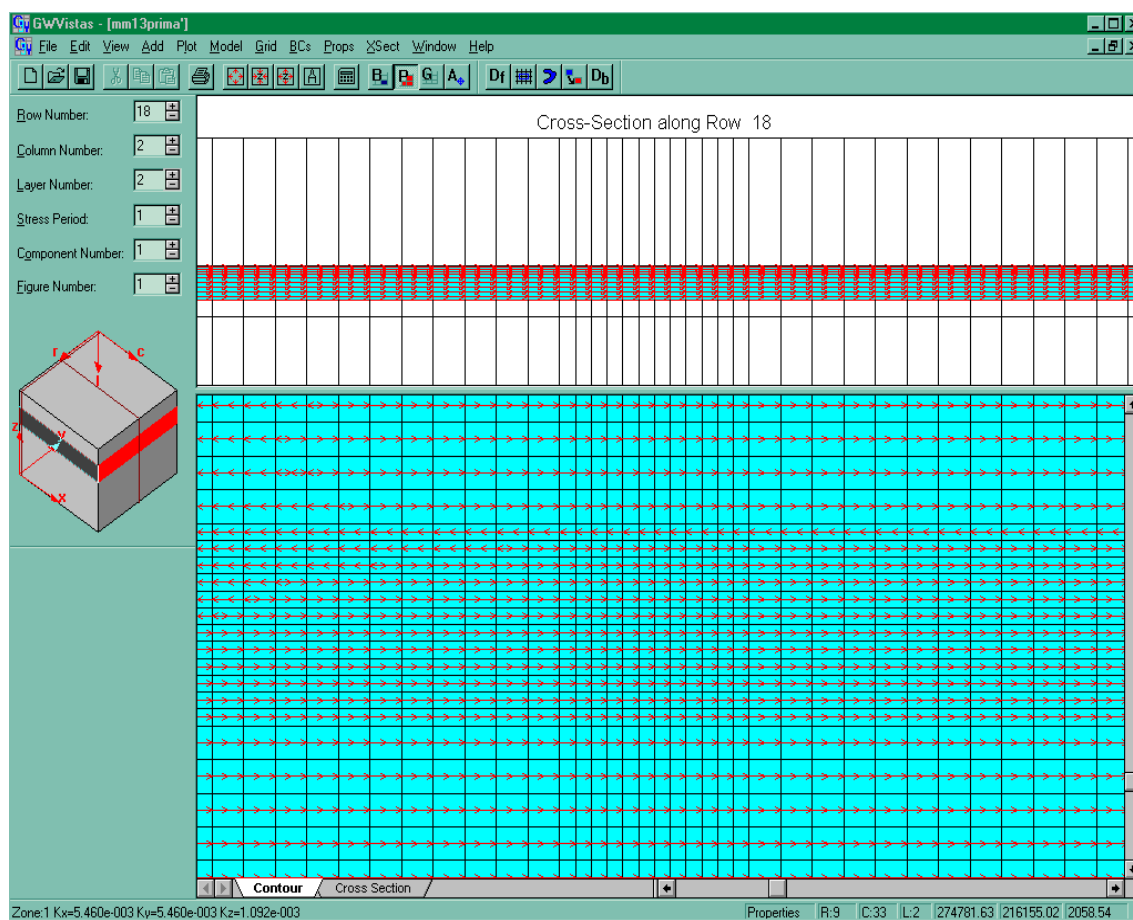


Figura 20 - Simulazione delle linee di flusso, in pianta e sezione



Simulazione 6 - Stato di fatto ($K=5.12 \times 10^{-5} \text{ m/s}$)

Figura 21 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione

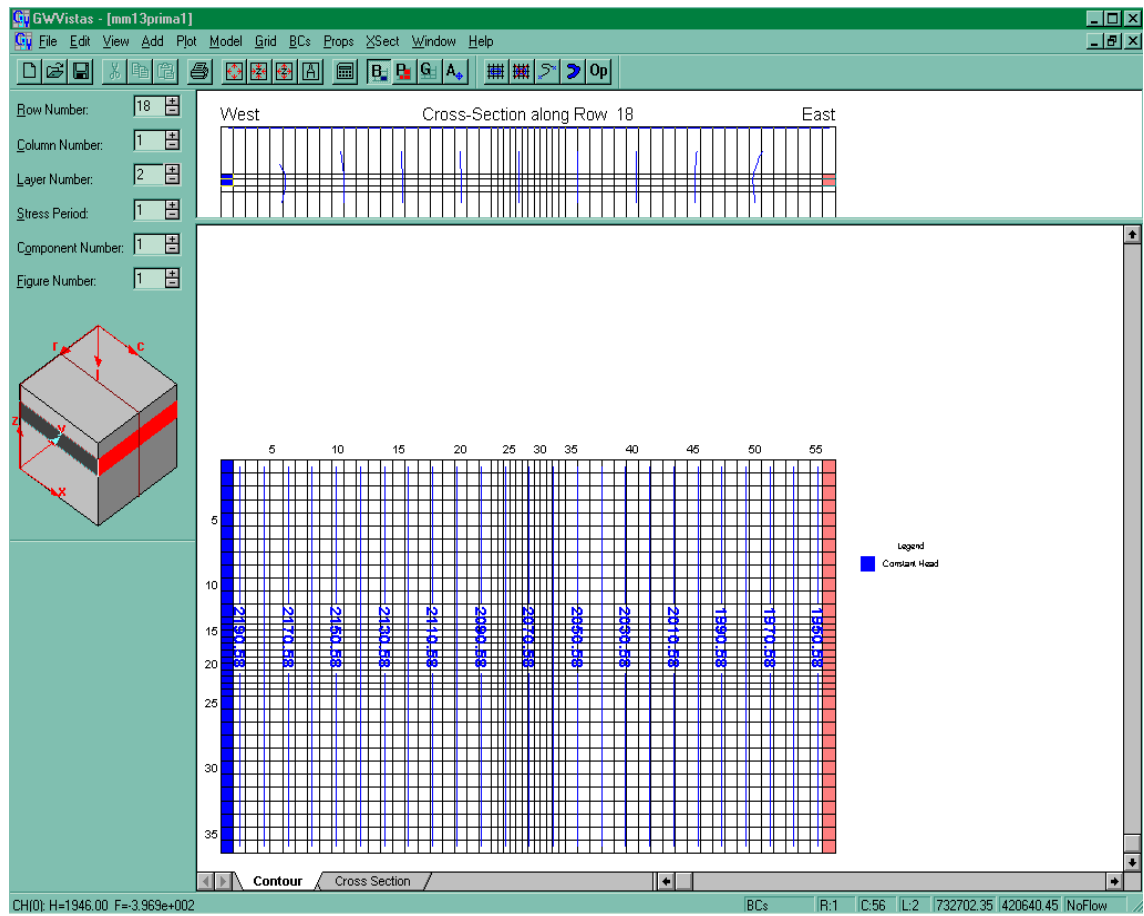
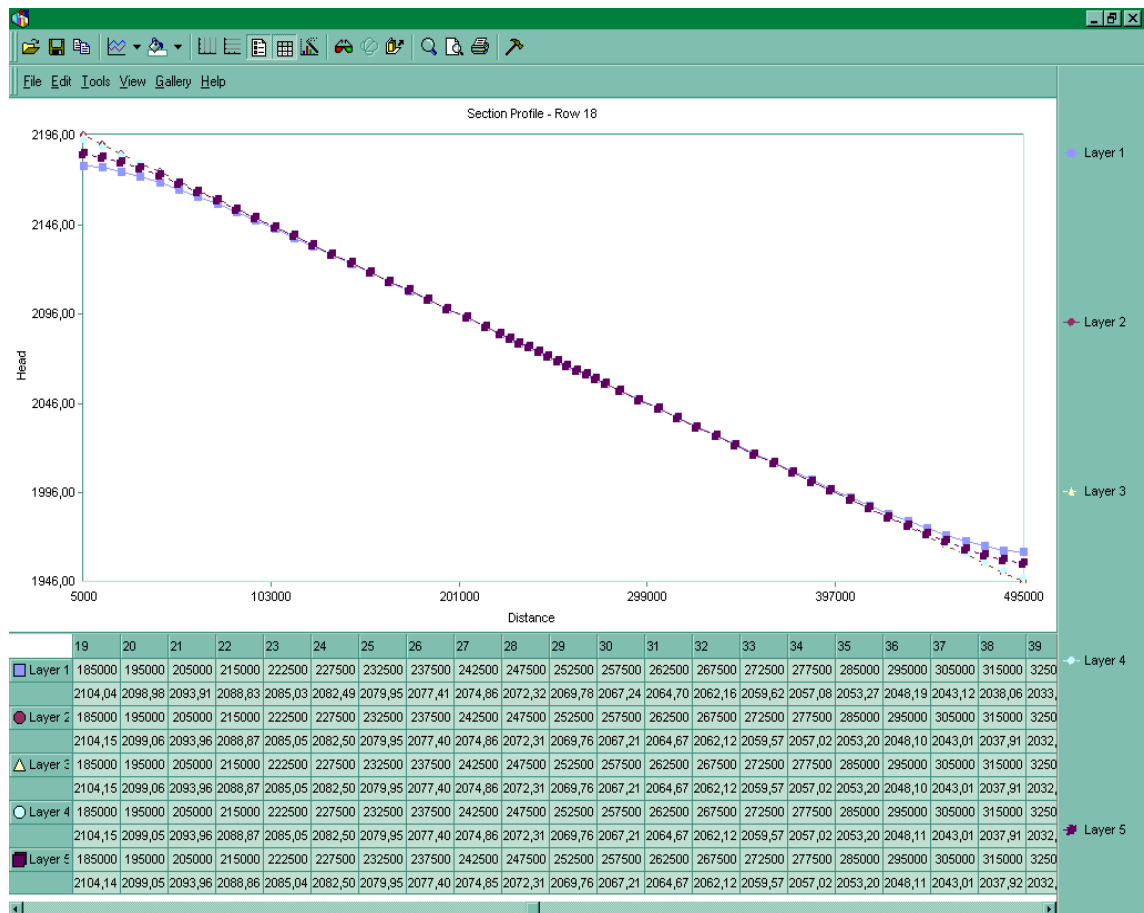


Figura 22 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in sezione



Simulazione 7 - Stato di progetto($K=5.46 \times 10^{-6} \text{ m/s}$)

Figura 23 - Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in pianta e sezione

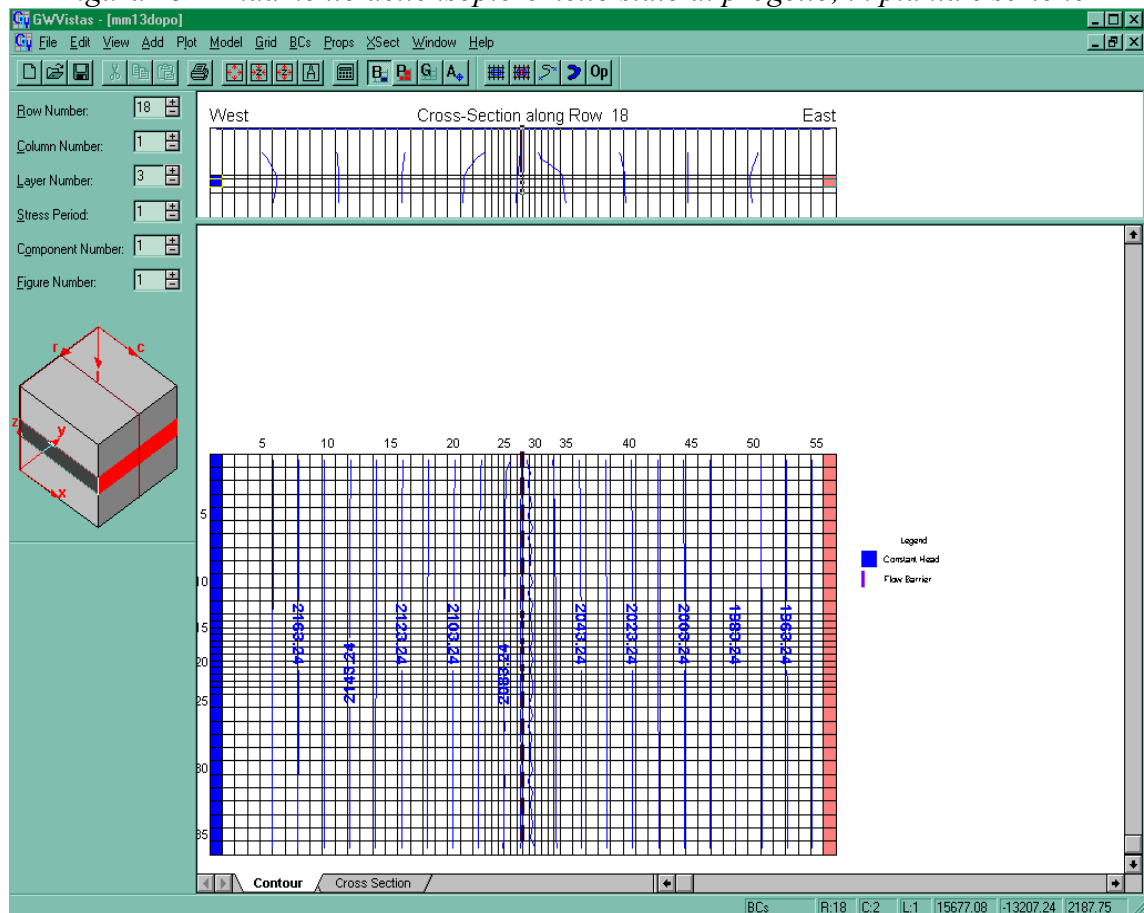


Figura 24 - Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in sezione

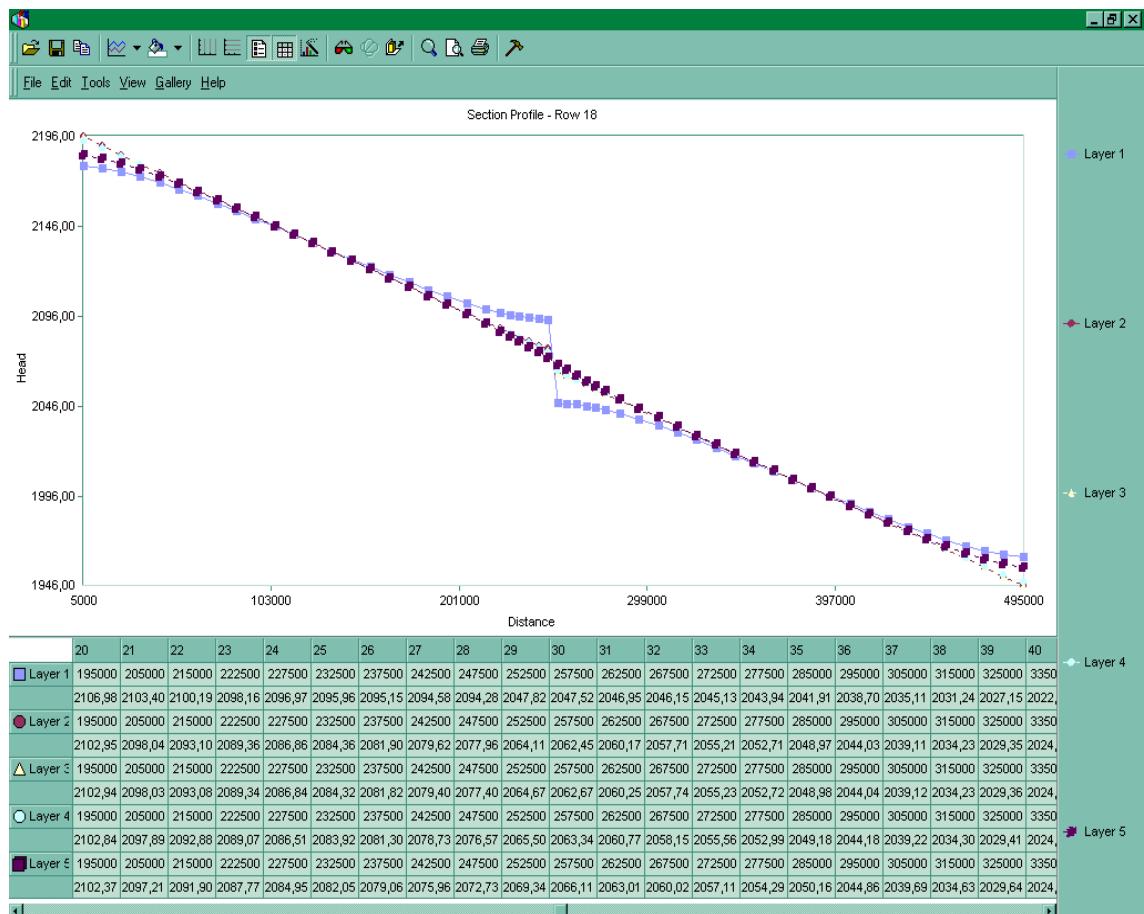


Figura 25 – Simulazione dei vettori di velocità, in pianta e sezione

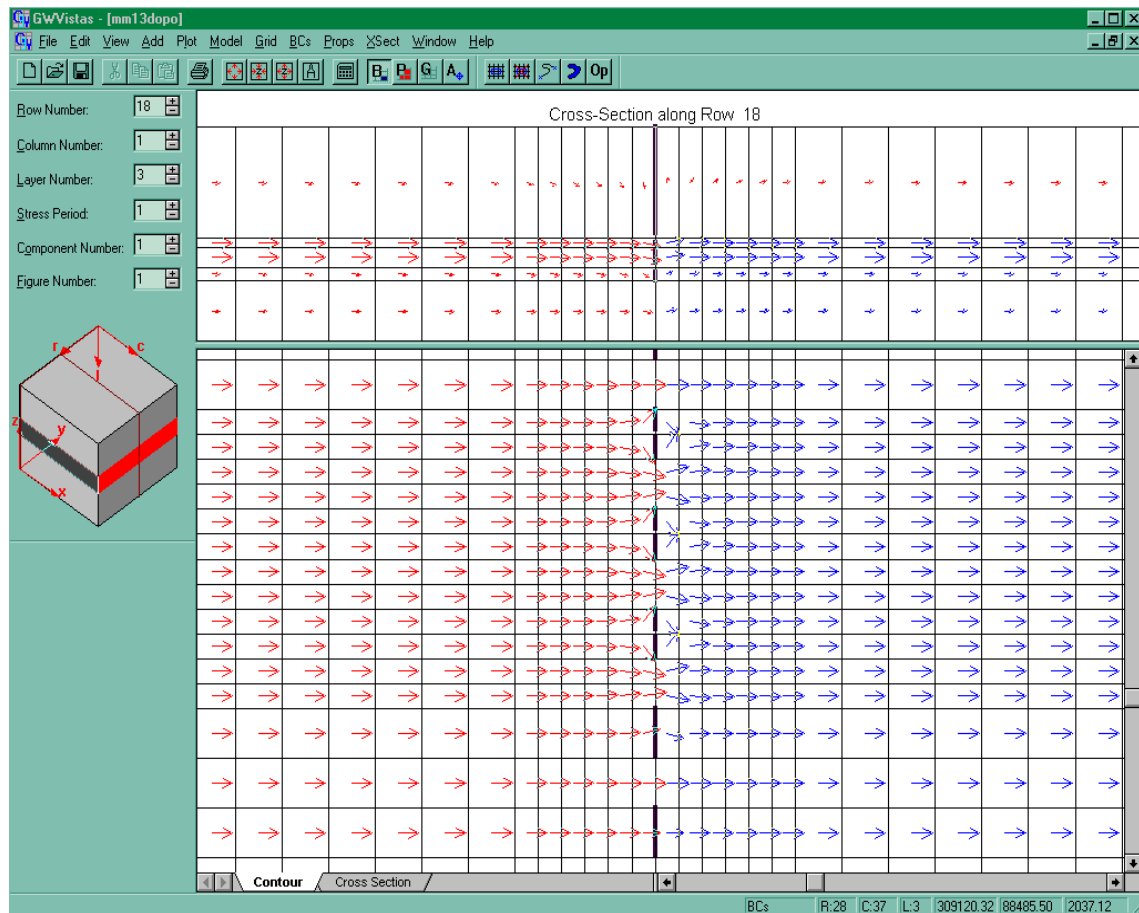


Figura 26 – Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in pianta

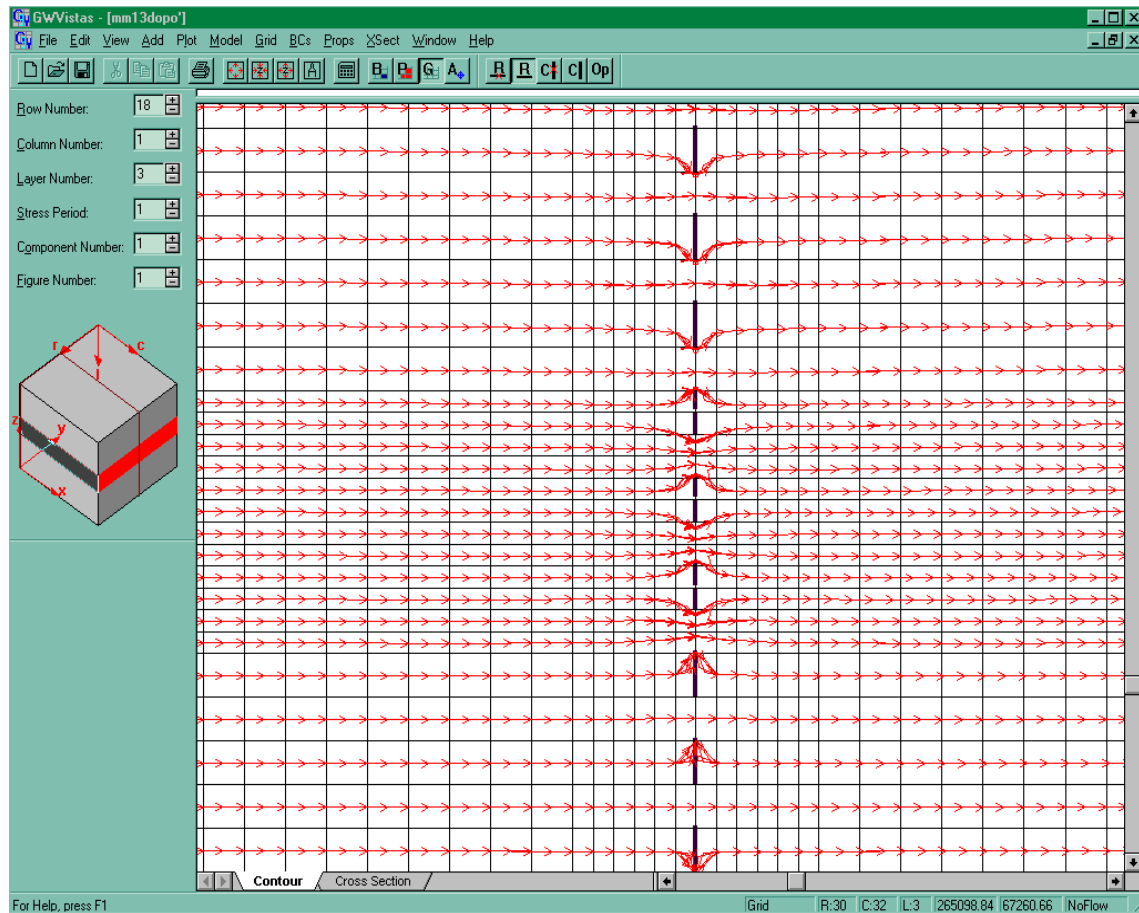
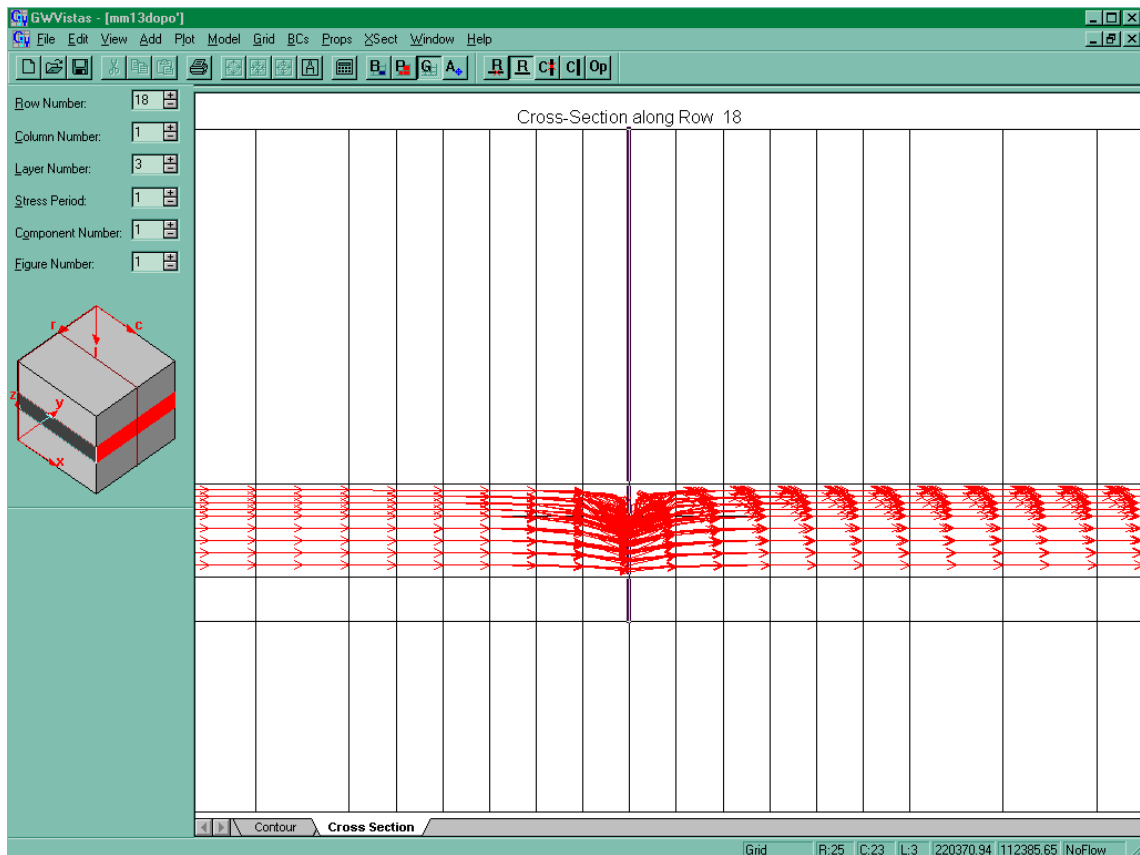


Figura 27 – Simulazione delle linee di flusso in sezione



Simulazione 8 - Stato di progetto ($K=5.12 \times 10^{-5} \text{ m/s}$)

Figura 28 - Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in pianta e sezione

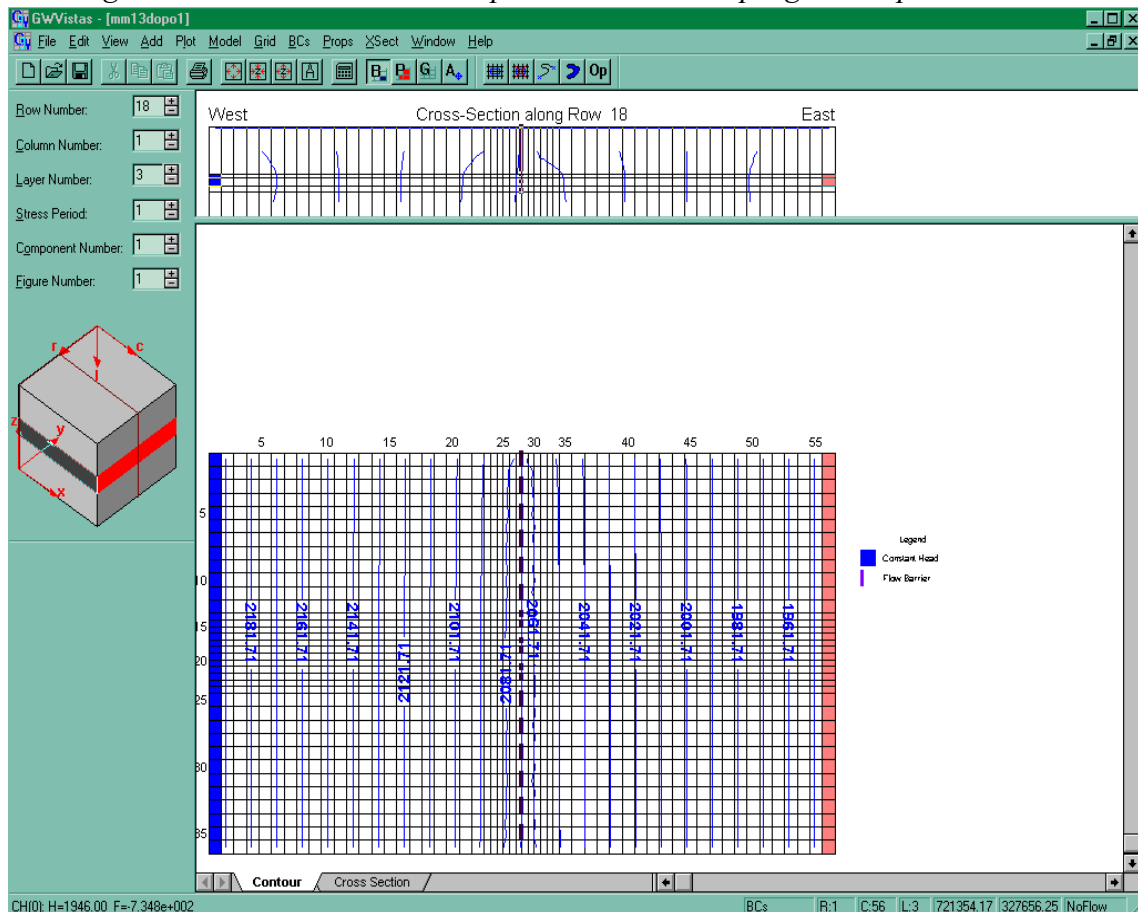


Figura 29 - Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in sezione

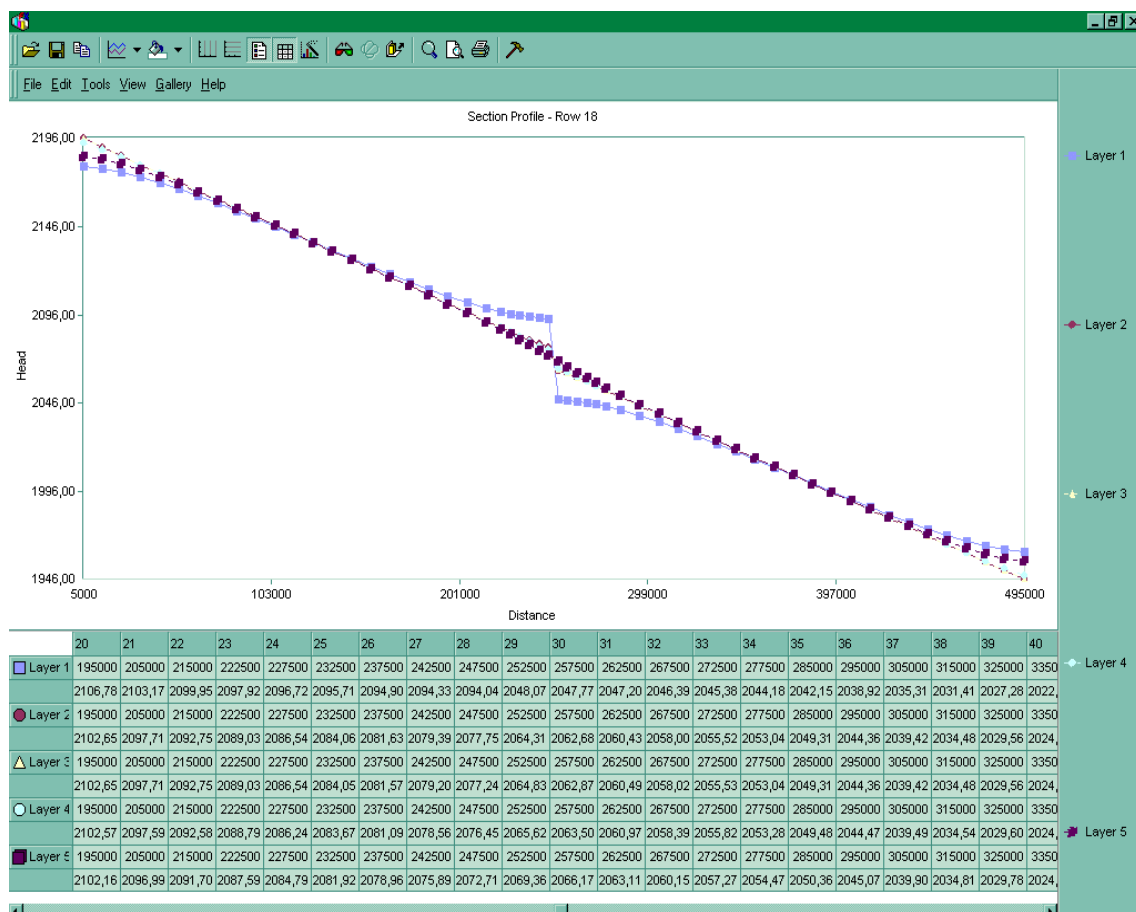


Figura 30 – Simulazione dei vettori di velocità, in pianta e sezione

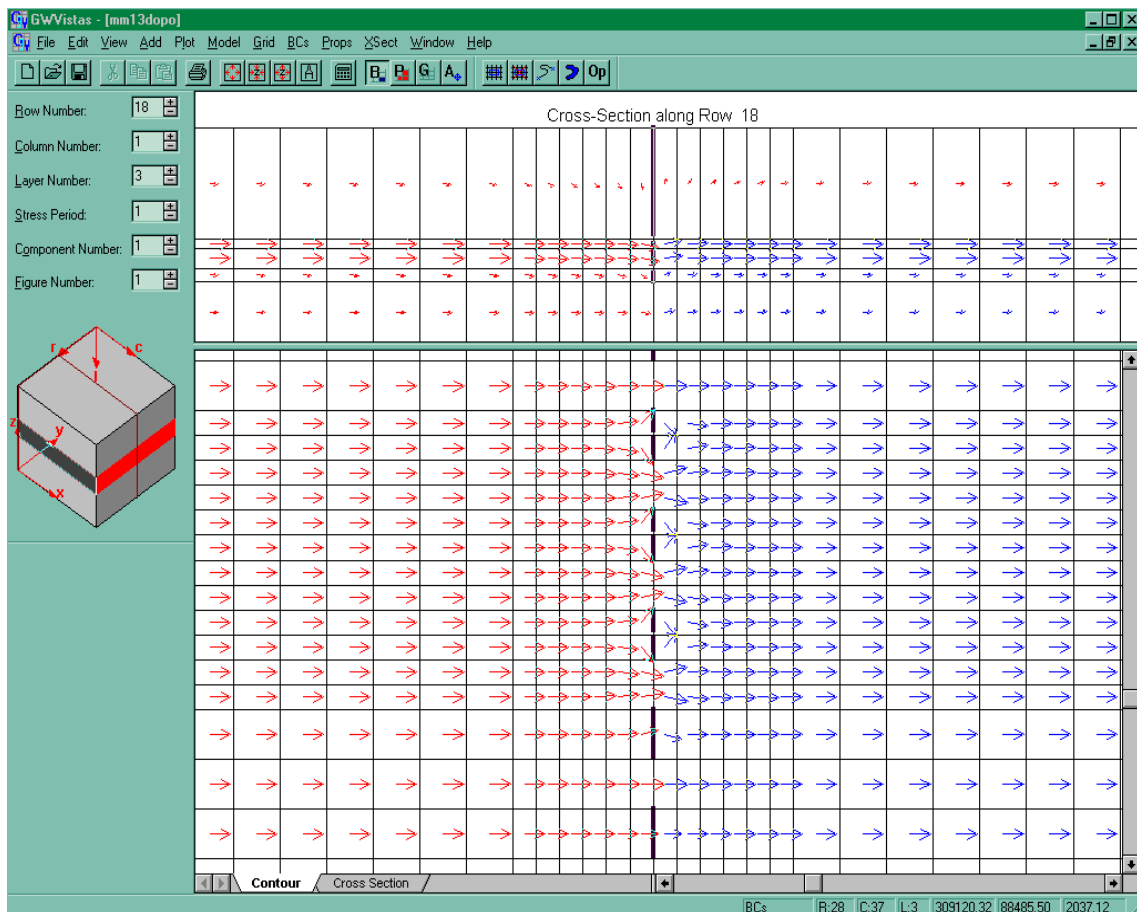


Figura 31 – Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in pianta

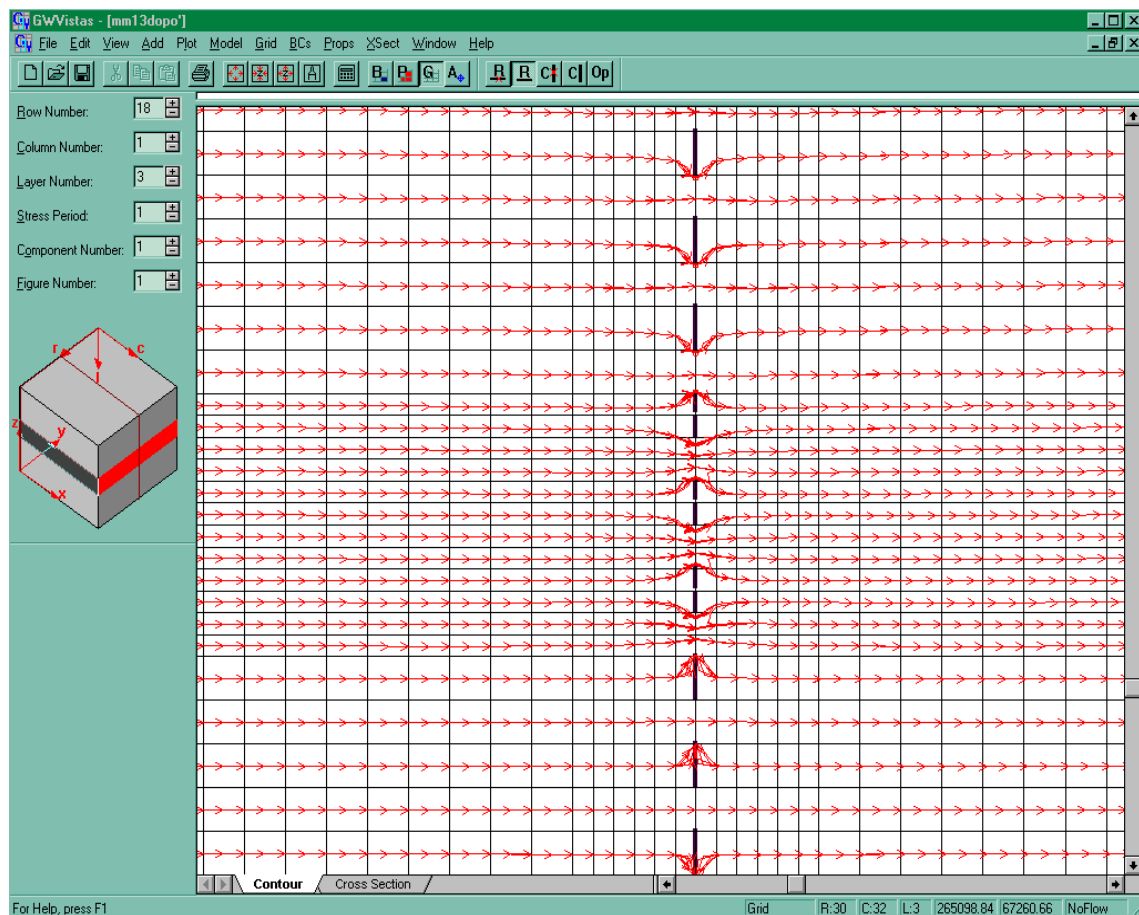


Figura 32 - Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in sezione

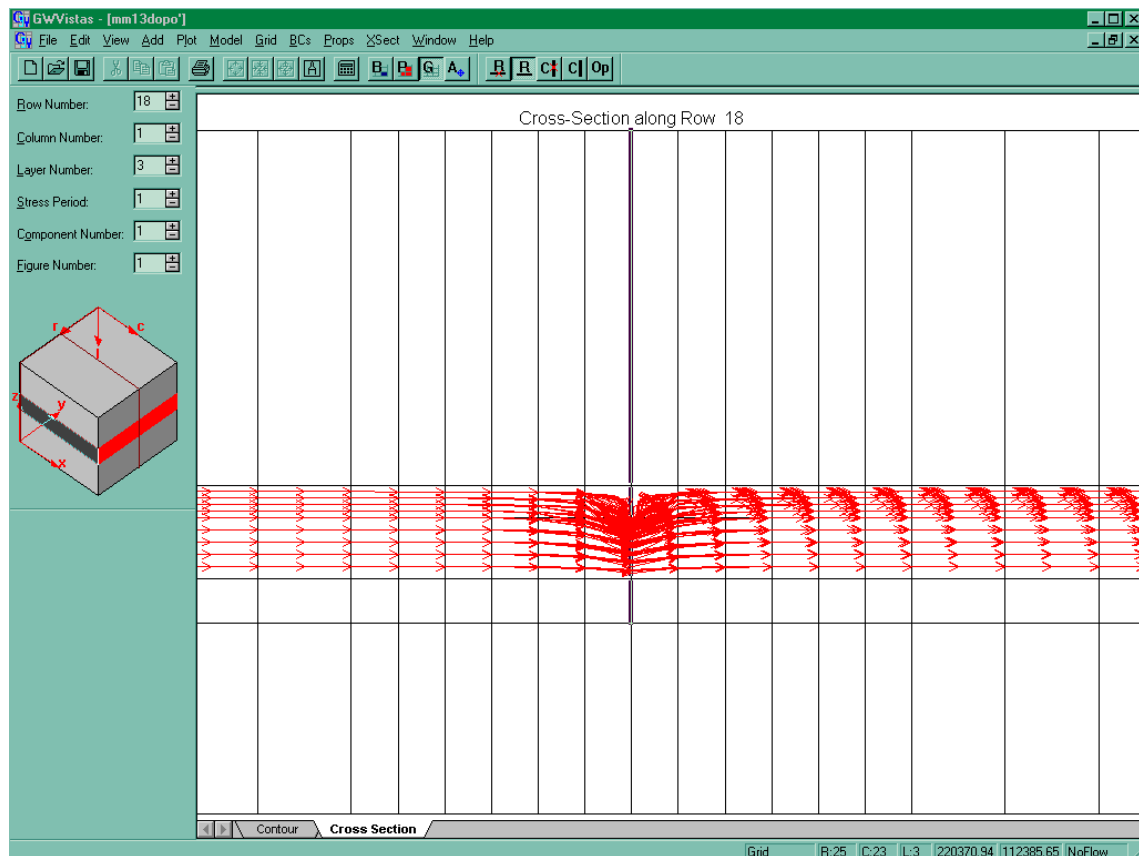


Tabella risultati simulazioni 5 e 7

| k=5,46e-6m/s | Simulazione 5 | | Simulazione 7 | | Differenze layer 2 (mm) | Differenze layer 3 (mm) |
|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Layer 2 livello(mm) | Layer 3 livello(mm) | Layer 2 livello(mm) | Layer 3 livello(mm) | | |
| dist(mm) | | | | | | |
| 5000 | 2196 | 2196 | 2196 | 2196 | 0 | 0 |
| 15000 | 2190,6 | 2190,57 | 2190,8 | 2190,82 | 0,26 | -0,25 |
| 25000 | 2185,2 | 2185,24 | 2185,7 | 2185,74 | 0,5 | -0,5 |
| 35000 | 2180 | 2180 | 2180,7 | 2180,73 | 0,74 | -0,73 |
| 45000 | 2174,8 | 2174,81 | 2175,8 | 2175,78 | 0,98 | -0,97 |
| 65000 | 2164,5 | 2164,54 | 2166 | 2165,98 | 1,45 | -1,44 |
| 75000 | 2159,4 | 2159,44 | 2161,1 | 2161,12 | 1,69 | -1,68 |
| 85000 | 2154,4 | 2154,35 | 2156,3 | 2156,27 | 1,91 | -1,92 |
| 95000 | 2149,3 | 2149,28 | 2151,4 | 2151,42 | 2,14 | -2,14 |
| 105000 | 2144,2 | 2144,22 | 2146,6 | 2146,58 | 2,37 | -2,36 |
| 115000 | 2139,2 | 2139,16 | 2141,8 | 2141,75 | 2,59 | -2,59 |
| 125000 | 2134,1 | 2134,1 | 2136,9 | 2136,92 | 2,82 | -2,82 |
| 135000 | 2129,1 | 2129,05 | 2132,1 | 2132,08 | 3,04 | -3,03 |
| 145000 | 2124 | 2124 | 2127,3 | 2127,25 | 3,25 | -3,25 |
| 155000 | 2119 | 2118,96 | 2122,4 | 2122,41 | 3,45 | -3,45 |
| 165000 | 2113,9 | 2113,91 | 2117,6 | 2117,56 | 3,65 | -3,65 |
| 175000 | 2108,9 | 2108,87 | 2112,7 | 2112,7 | 3,84 | -3,83 |
| 185000 | 2103,8 | 2103,82 | 2107,8 | 2107,83 | 4,02 | -4,01 |
| 195000 | 2098,8 | 2098,78 | 2103 | 2102,94 | 4,17 | -4,16 |
| 205000 | 2093,7 | 2093,74 | 2098 | 2098,03 | 4,3 | -4,29 |
| 215000 | 2088,7 | 2088,69 | 2093,1 | 2093,08 | 4,41 | -4,39 |
| 222500 | 2084,9 | 2084,91 | 2089,4 | 2089,34 | 4,45 | -4,43 |
| 227500 | 2082,4 | 2082,39 | 2086,9 | 2086,84 | 4,47 | -4,45 |
| 232500 | 2079,9 | 2079,87 | 2084,4 | 2084,32 | 4,49 | -4,45 |
| 237500 | 2077,3 | 2077,34 | 2081,9 | 2081,82 | 4,56 | -4,48 |
| 242500 | 2074,8 | 2074,82 | 2079,6 | 2079,4 | 4,8 | -4,58 |
| 247500 | 2072,3 | 2072,3 | 2078 | 2077,4 | 5,66 | -5,1 |
| 252500 | 2069,8 | 2069,78 | 2064,1 | 2064,67 | -5,67 | 5,11 |
| 257500 | 2067,3 | 2067,26 | 2062,5 | 2062,67 | -4,81 | 4,59 |
| 262500 | 2064,7 | 2064,74 | 2060,2 | 2060,25 | -4,57 | 4,49 |
| 267500 | 2062,2 | 2062,21 | 2057,7 | 2057,74 | -4,5 | 4,47 |
| 272500 | 2059,7 | 2059,69 | 2055,2 | 2055,23 | -4,48 | 4,46 |
| 277500 | 2057,2 | 2057,17 | 2052,7 | 2052,72 | -4,46 | 4,45 |
| 285000 | 2053,4 | 2053,39 | 2049 | 2048,98 | -4,42 | 4,41 |
| 295000 | 2048,3 | 2048,34 | 2044 | 2044,04 | -4,31 | 4,3 |
| 305000 | 2043,3 | 2043,3 | 2039,1 | 2039,12 | -4,19 | 4,18 |
| 315000 | 2038,3 | 2038,25 | 2034,2 | 2034,23 | -4,02 | 4,02 |
| 325000 | 2033,2 | 2033,2 | 2029,4 | 2029,36 | -3,85 | 3,84 |
| 335000 | 2028,2 | 2028,16 | 2024,5 | 2024,5 | -3,67 | 3,66 |
| 345000 | 2023,1 | 2023,11 | 2019,6 | 2019,65 | -3,47 | 3,46 |
| 355000 | 2018,1 | 2018,06 | 2014,8 | 2014,8 | -3,26 | 3,26 |
| 365000 | 2013 | 2013 | 2010 | 2009,96 | -3,04 | 3,04 |
| 375000 | 2008 | 2007,95 | 2005,1 | 2005,13 | -2,82 | 2,82 |
| 385000 | 2002,9 | 2002,89 | 2000,3 | 2000,29 | -2,6 | 2,6 |
| 395000 | 1997,8 | 1997,83 | 1995,5 | 1995,45 | -2,38 | 2,38 |
| 405000 | 1992,8 | 1992,76 | 1990,6 | 1990,61 | -2,15 | 2,15 |
| 415000 | 1987,7 | 1987,68 | 1985,8 | 1985,76 | -1,91 | 1,92 |
| 425000 | 1982,6 | 1982,59 | 1980,9 | 1980,91 | -1,69 | 1,68 |
| 435000 | 1977,5 | 1977,49 | 1976 | 1976,04 | -1,45 | 1,45 |
| 445000 | 1972,4 | 1972,36 | 1971,2 | 1971,15 | -1,22 | 1,21 |
| 455000 | 1967,2 | 1967,21 | 1966,2 | 1966,23 | -0,98 | 0,98 |
| 465000 | 1962 | 1962,02 | 1961,3 | 1961,28 | -0,74 | 0,74 |
| 475000 | 1956,8 | 1956,77 | 1956,3 | 1956,27 | -0,5 | 0,5 |
| 485000 | 1951,5 | 1951,44 | 1951,2 | 1951,19 | -0,25 | 0,25 |
| 495000 | 1946 | 1946 | 1946 | 1946 | 0 | 0 |

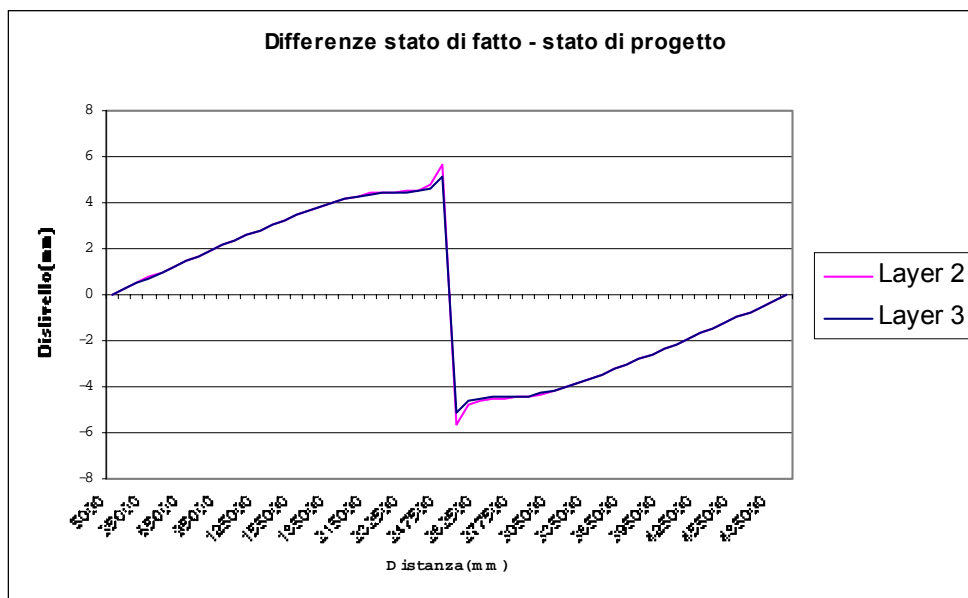
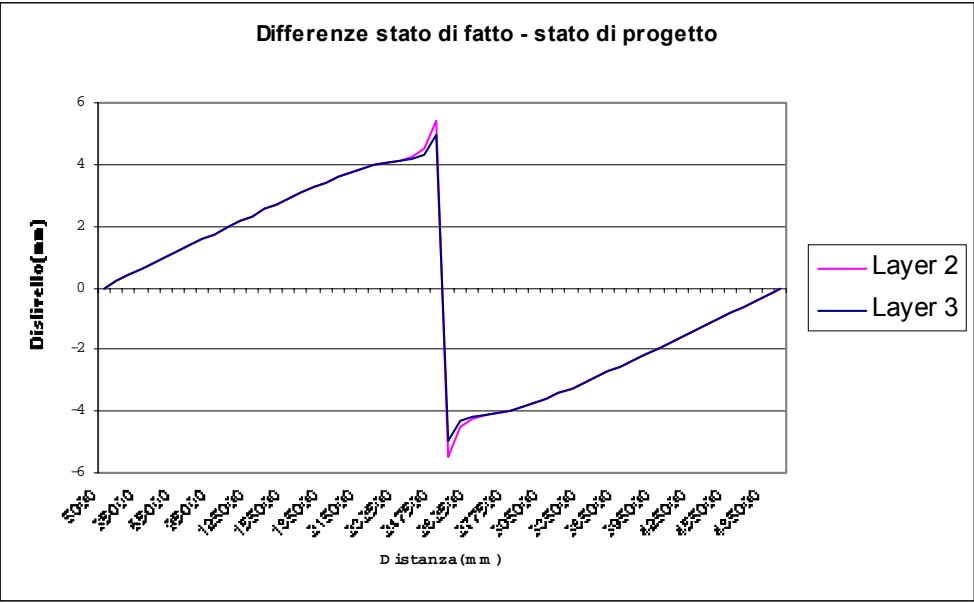


Tabella risultati simulazioni 6 e 8

| k=5,12e-6m/s | Simulazione 6 | | Simulazione 8 | | Differenze layer 2 (mm) | Differenze layer 3 (mm) |
|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Layer 2 livello(mm) | Layer 3 livello(mm) | Layer 2 livello(mm) | Layer 3 livello(mm) | | |
| 5000 | 2196 | 2196 | 2196 | 2196 | 0 | 0 |
| 15000 | 2190,9 | 2190,86 | 2191,1 | 2191,06 | 0,2 | 0,2 |
| 25000 | 2185,7 | 2185,74 | 2186,1 | 2186,13 | 0,39 | 0,39 |
| 35000 | 2180,6 | 2180,62 | 2181,2 | 2181,21 | 0,59 | 0,59 |
| 45000 | 2175,5 | 2175,51 | 2176,3 | 2176,3 | 0,79 | 0,79 |
| 55000 | 2170,4 | 2170,41 | 2171,4 | 2171,39 | 0,99 | 0,98 |
| 65000 | 2165,3 | 2165,3 | 2166,5 | 2166,48 | 1,18 | 1,18 |
| 75000 | 2160,2 | 2160,2 | 2161,6 | 2161,57 | 1,37 | 1,37 |
| 85000 | 2155,1 | 2155,1 | 2156,7 | 2156,67 | 1,57 | 1,57 |
| 95000 | 2150 | 2150,01 | 2151,8 | 2151,76 | 1,75 | 1,75 |
| 105000 | 2144,9 | 2144,91 | 2146,9 | 2146,86 | 1,95 | 1,95 |
| 115000 | 2139,8 | 2139,81 | 2142 | 2141,96 | 2,15 | 2,15 |
| 125000 | 2134,7 | 2134,72 | 2137,1 | 2137,05 | 2,33 | 2,33 |
| 135000 | 2129,6 | 2129,62 | 2132,2 | 2132,15 | 2,53 | 2,53 |
| 145000 | 2124,5 | 2124,53 | 2127,2 | 2127,24 | 2,71 | 2,71 |
| 155000 | 2119,4 | 2119,43 | 2122,3 | 2122,33 | 2,9 | 2,9 |
| 165000 | 2114,3 | 2114,34 | 2117,4 | 2117,41 | 3,08 | 3,07 |
| 175000 | 2109,2 | 2109,24 | 2112,5 | 2112,5 | 3,26 | 3,26 |
| 185000 | 2104,2 | 2104,15 | 2107,6 | 2107,57 | 3,43 | 3,42 |
| 195000 | 2099,1 | 2099,06 | 2102,7 | 2102,65 | 3,59 | 3,59 |
| 205000 | 2094 | 2093,96 | 2097,7 | 2097,71 | 3,75 | 3,75 |
| 215000 | 2088,9 | 2088,87 | 2092,8 | 2092,75 | 3,88 | 3,88 |
| 222500 | 2085,1 | 2085,05 | 2089 | 2089,03 | 3,98 | 3,98 |
| 227500 | 2082,5 | 2082,5 | 2086,5 | 2086,54 | 4,04 | 4,04 |
| 232500 | 2080 | 2079,95 | 2084,1 | 2084,05 | 4,11 | 4,1 |
| 237500 | 2077,4 | 2077,4 | 2081,6 | 2081,57 | 4,23 | 4,17 |
| 242500 | 2074,9 | 2074,86 | 2079,4 | 2079,2 | 4,53 | 4,34 |
| 247500 | 2072,3 | 2072,31 | 2077,8 | 2077,24 | 5,44 | 4,93 |
| 252500 | 2069,8 | 2069,76 | 2064,3 | 2064,83 | -5,45 | -4,93 |
| 257500 | 2067,2 | 2067,21 | 2062,7 | 2062,87 | -4,53 | -4,34 |
| 262500 | 2064,7 | 2064,67 | 2060,4 | 2060,49 | -4,24 | -4,18 |
| 267500 | 2062,1 | 2062,12 | 2058 | 2058,02 | -4,12 | -4,1 |
| 272500 | 2059,6 | 2059,57 | 2055,5 | 2055,53 | -4,05 | -4,04 |
| 277500 | 2057 | 2057,02 | 2053 | 2053,04 | -3,98 | -3,98 |
| 285000 | 2053,2 | 2053,2 | 2049,3 | 2049,31 | -3,89 | -3,89 |
| 295000 | 2048,1 | 2048,1 | 2044,4 | 2044,36 | -3,74 | -3,74 |
| 305000 | 2043 | 2043,01 | 2039,4 | 2039,42 | -3,59 | -3,59 |
| 315000 | 2037,9 | 2037,91 | 2034,5 | 2034,48 | -3,43 | -3,43 |
| 325000 | 2032,8 | 2032,82 | 2029,6 | 2029,56 | -3,26 | -3,26 |
| 335000 | 2027,7 | 2027,72 | 2024,6 | 2024,64 | -3,08 | -3,08 |
| 345000 | 2022,6 | 2022,62 | 2019,7 | 2019,72 | -2,9 | -2,9 |
| 355000 | 2017,5 | 2017,53 | 2014,8 | 2014,81 | -2,72 | -2,72 |
| 365000 | 2012,4 | 2012,43 | 2009,9 | 2009,9 | -2,53 | -2,53 |
| 375000 | 2007,3 | 2007,33 | 2005 | 2004,99 | -2,34 | -2,34 |
| 385000 | 2002,2 | 2002,23 | 2000,1 | 2000,08 | -2,15 | -2,15 |
| 395000 | 1997,1 | 1997,13 | 1995,2 | 1995,18 | -1,95 | -1,95 |
| 405000 | 1992 | 1992,03 | 1990,3 | 1990,27 | -1,76 | -1,76 |
| 415000 | 1986,9 | 1986,93 | 1985,4 | 1985,36 | -1,57 | -1,57 |
| 425000 | 1981,8 | 1981,83 | 1980,5 | 1980,45 | -1,38 | -1,38 |
| 435000 | 1976,7 | 1976,72 | 1975,6 | 1975,54 | -1,17 | -1,18 |
| 445000 | 1971,6 | 1971,62 | 1970,6 | 1970,63 | -0,99 | -0,99 |
| 455000 | 1966,5 | 1966,51 | 1965,7 | 1965,72 | -0,79 | -0,79 |
| 465000 | 1961,4 | 1961,39 | 1960,8 | 1960,8 | -0,59 | -0,59 |
| 475000 | 1956,3 | 1956,27 | 1955,9 | 1955,88 | -0,39 | -0,39 |
| 485000 | 1951,1 | 1951,14 | 1950,9 | 1950,94 | -0,2 | -0,2 |
| 495000 | 1946 | 1946 | 1946 | 1946 | 0 | 0 |



Piezometro S16Pz12 - Simulazione 9 - Stato di fatto ($K=2.4 \times 10^{-6} \text{ m/s}$)

Figura 33 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione

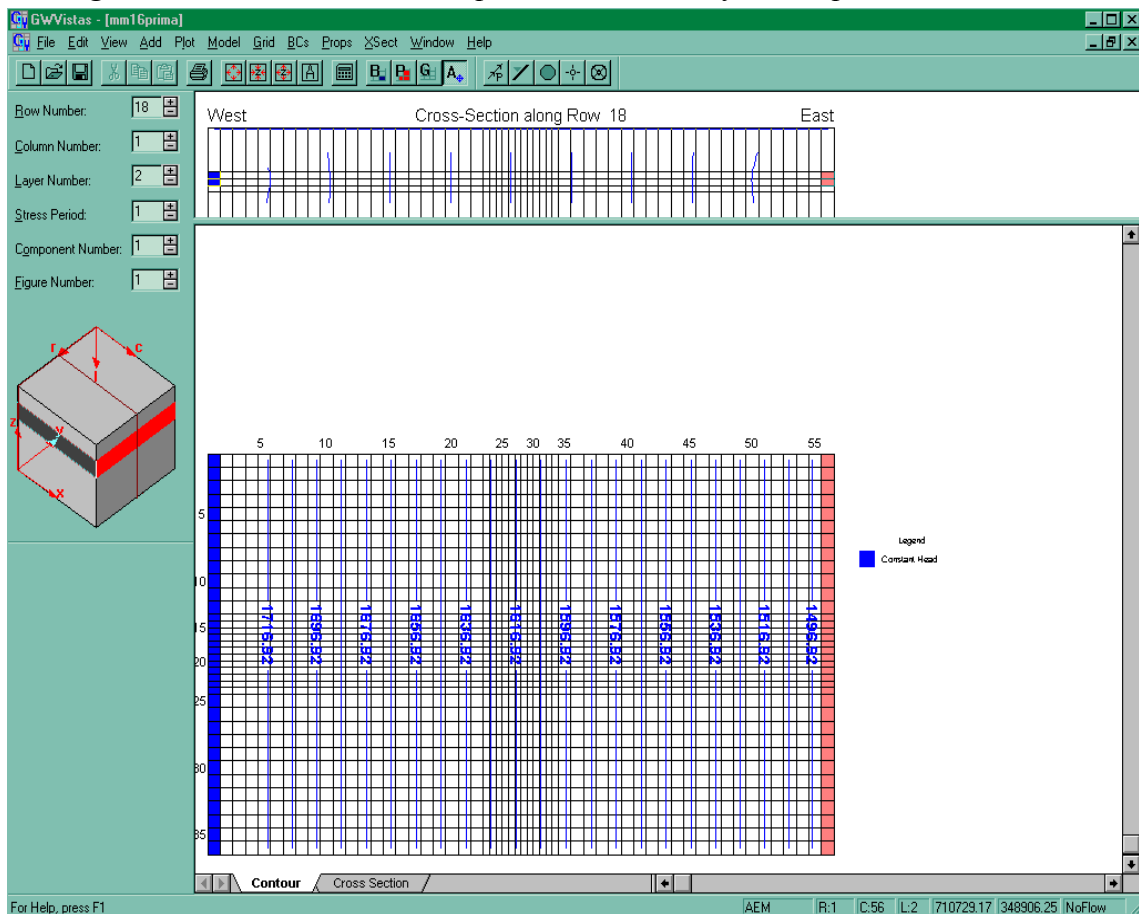


Figura 34 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in sezione

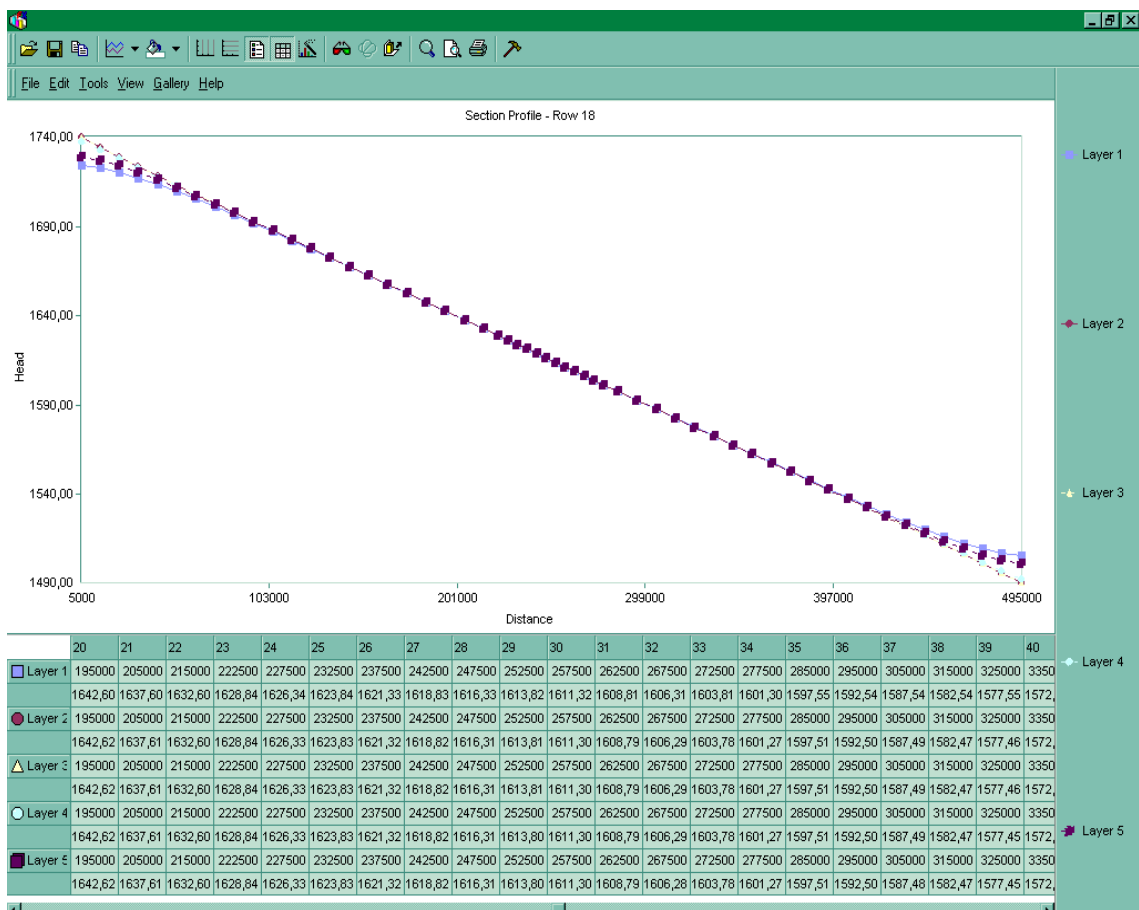
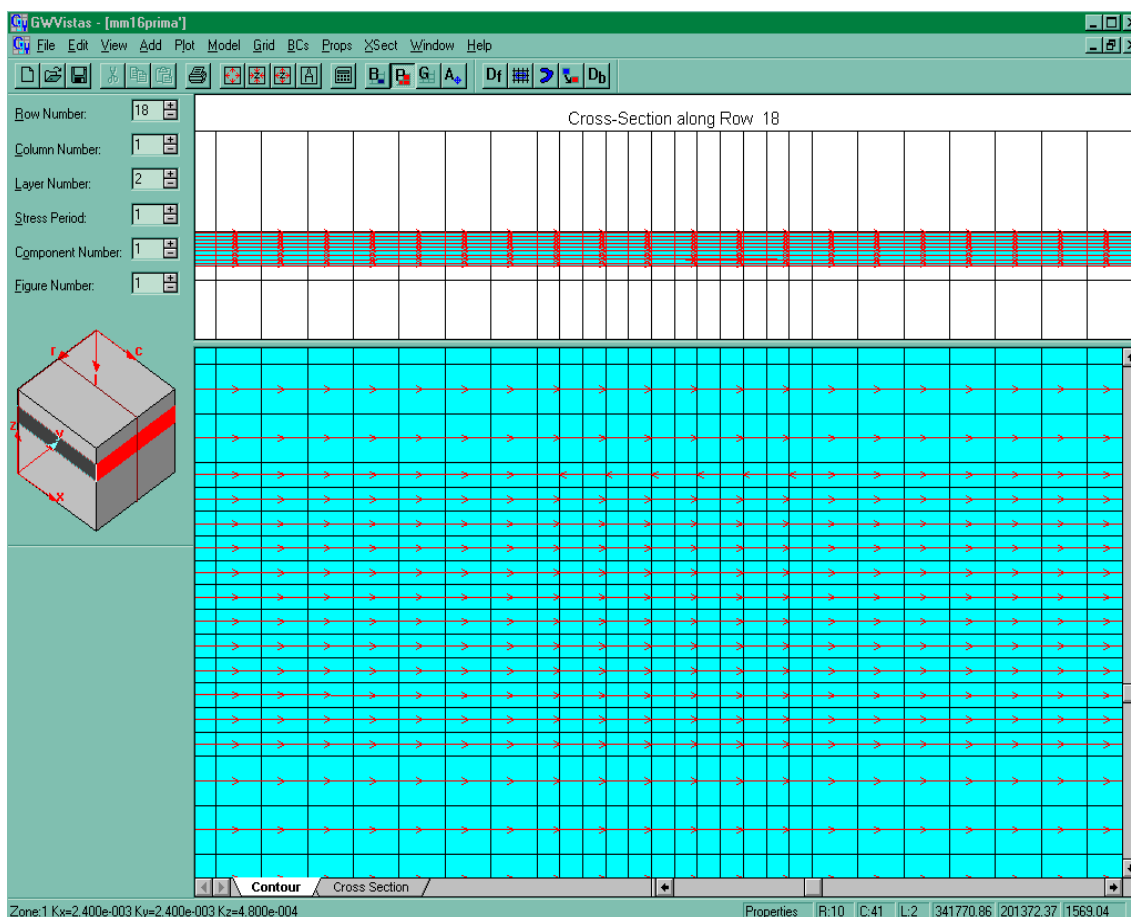


Figura 35 - Simulazione delle linee di flusso, in pianta e sezione



Simulazione 10 - Stato di fatto ($K=3.49 \times 10^{-4} \text{ m/s}$)

Figura 36 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione

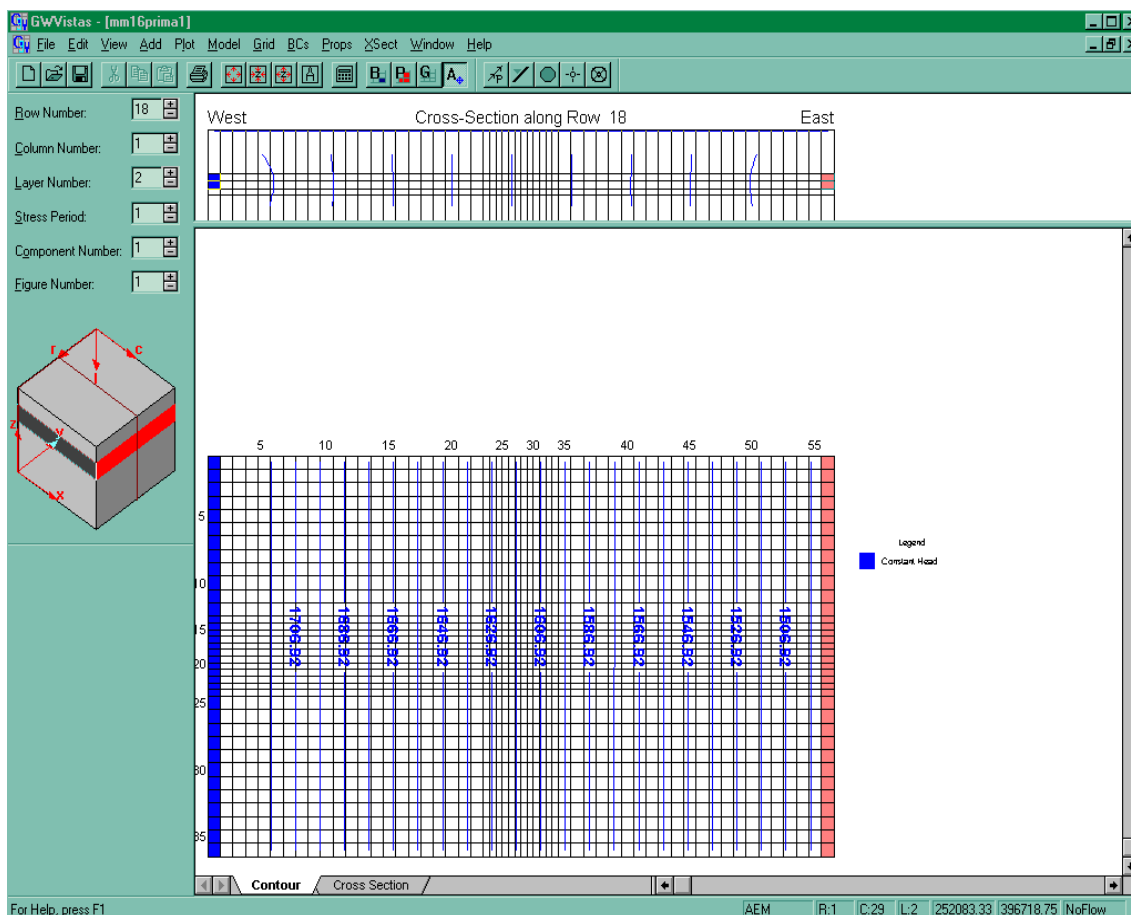


Figura 37 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in sezione

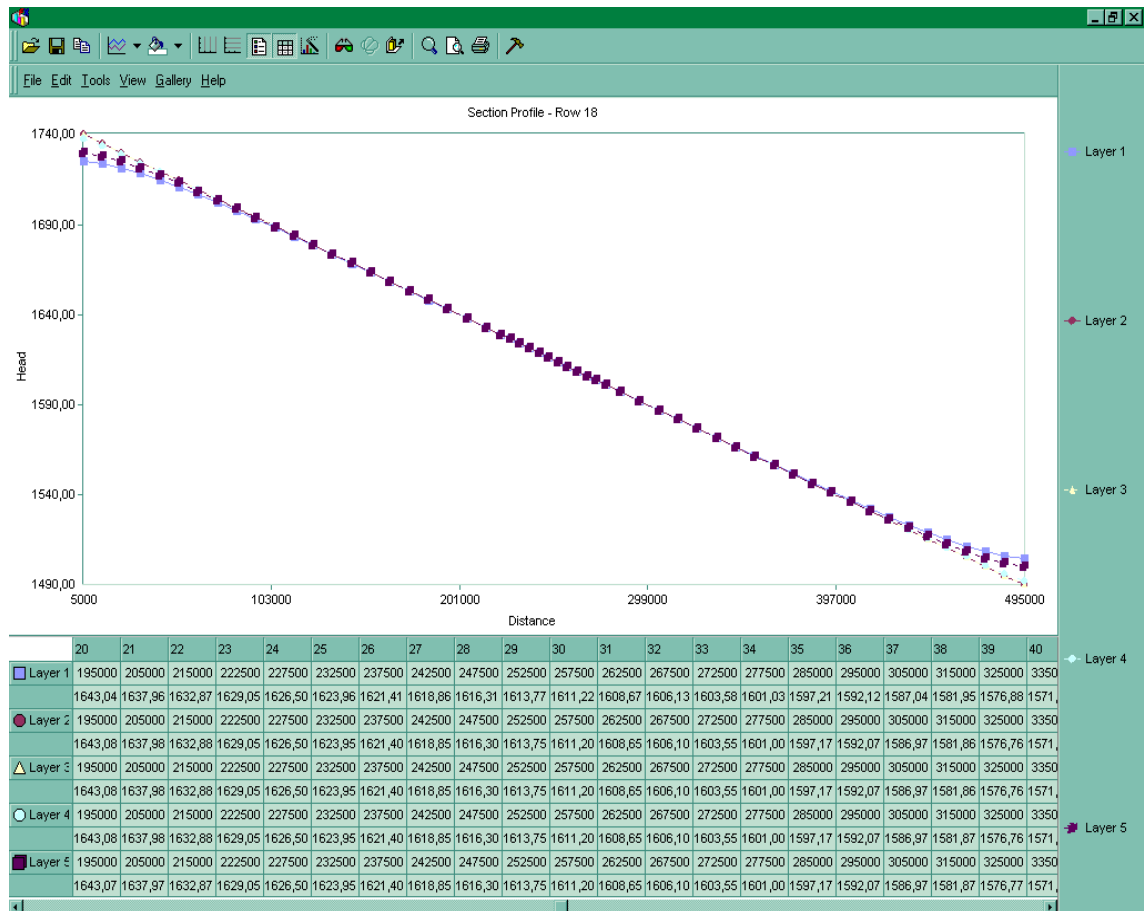
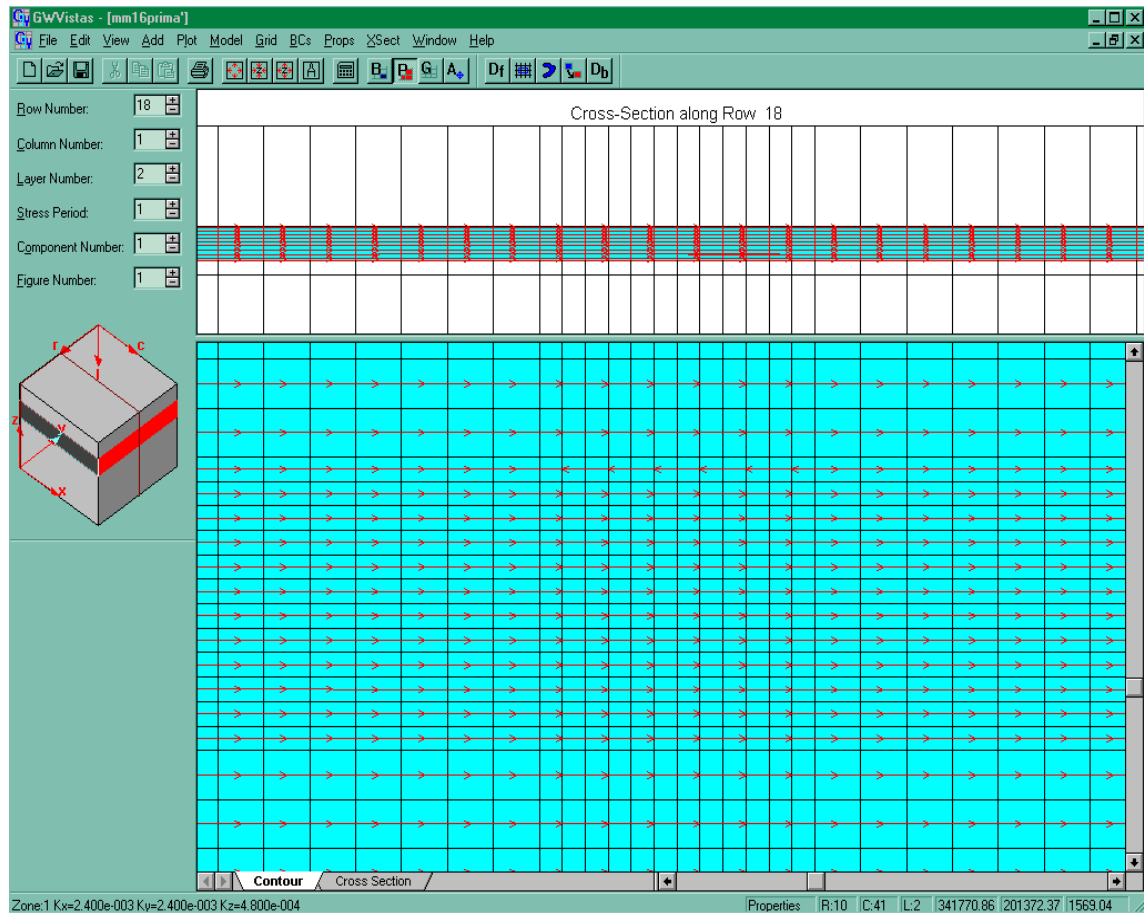


Figura 38 - Simulazione delle linee di flusso, in pianta e sezione



Simulazione 11 - Stato di progetto ($K=2.4 \times 10^{-4}/s$)

Figura 39 - Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in pianta e sezione

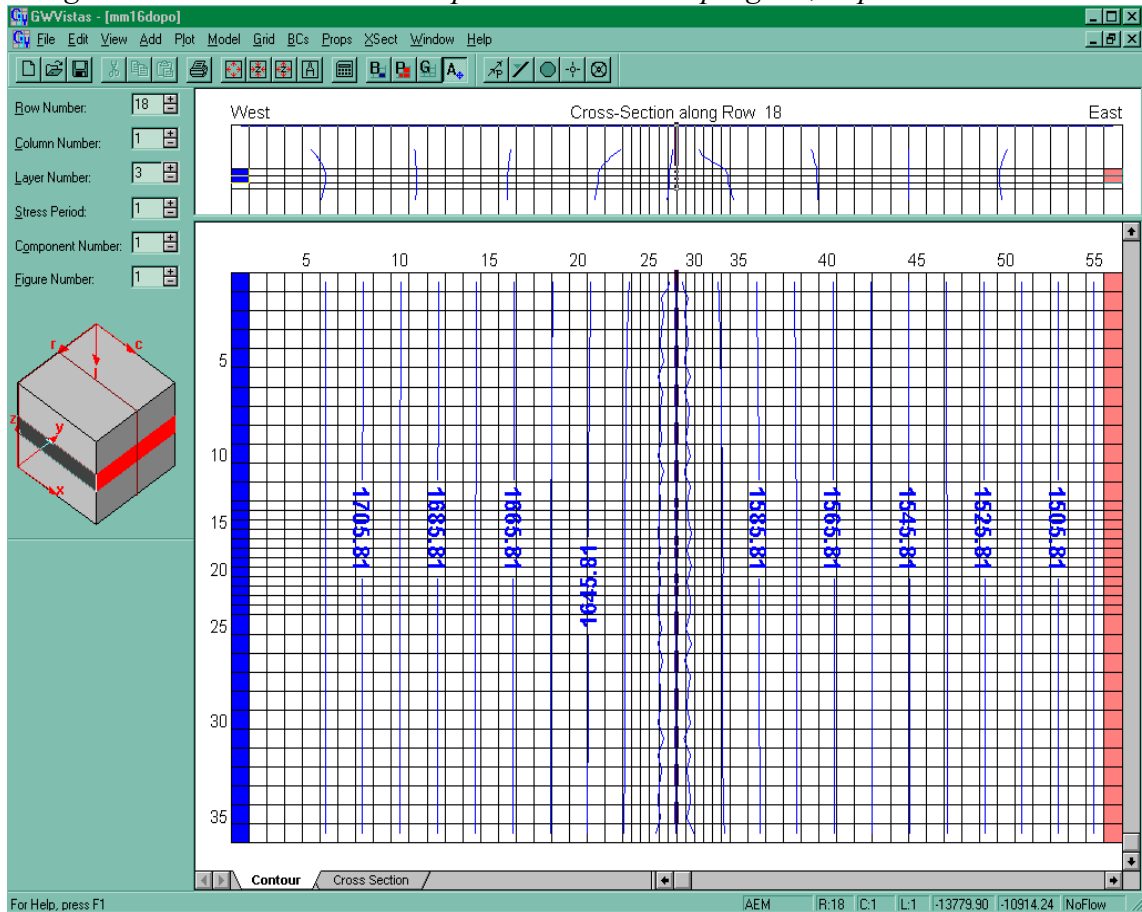


Figura 40 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in sezione

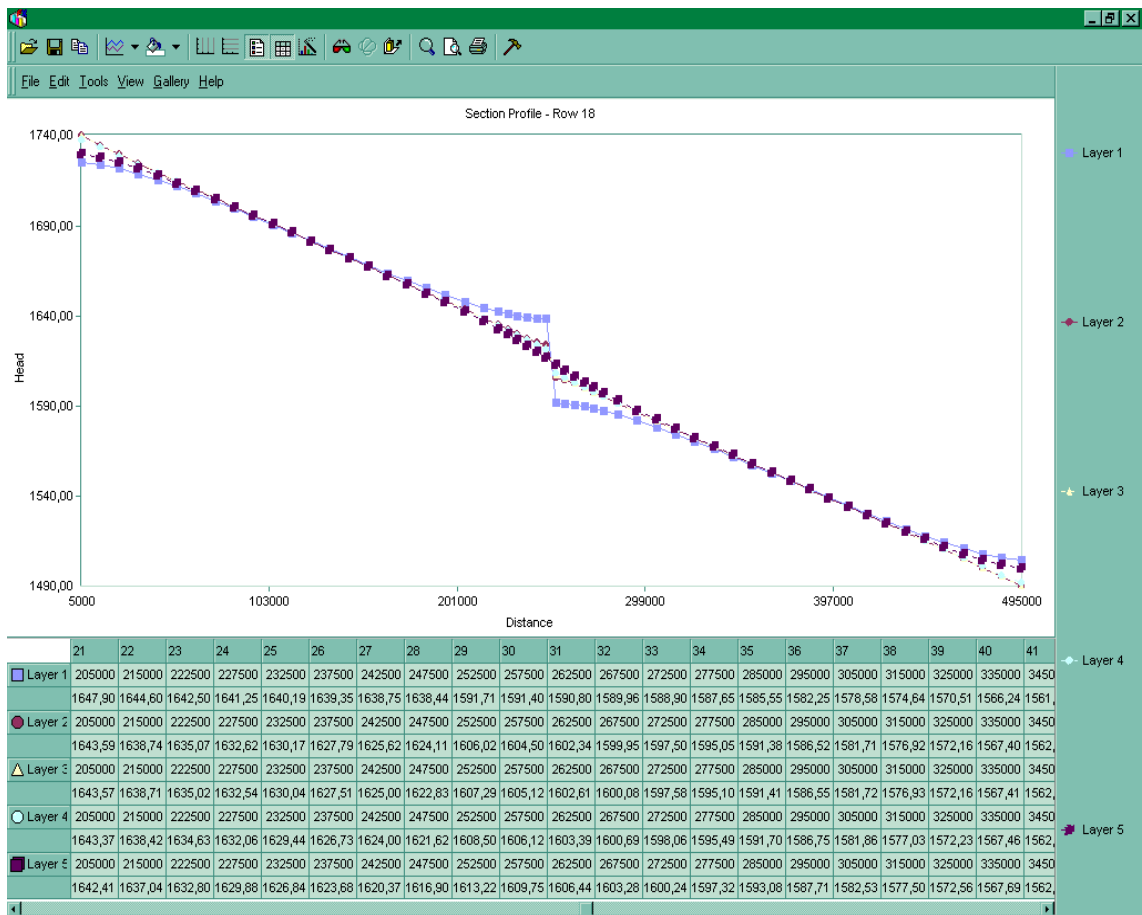


Figura 41 - Simulazione dei vettori di velocità nello stato di progetto, in pianta e sezione

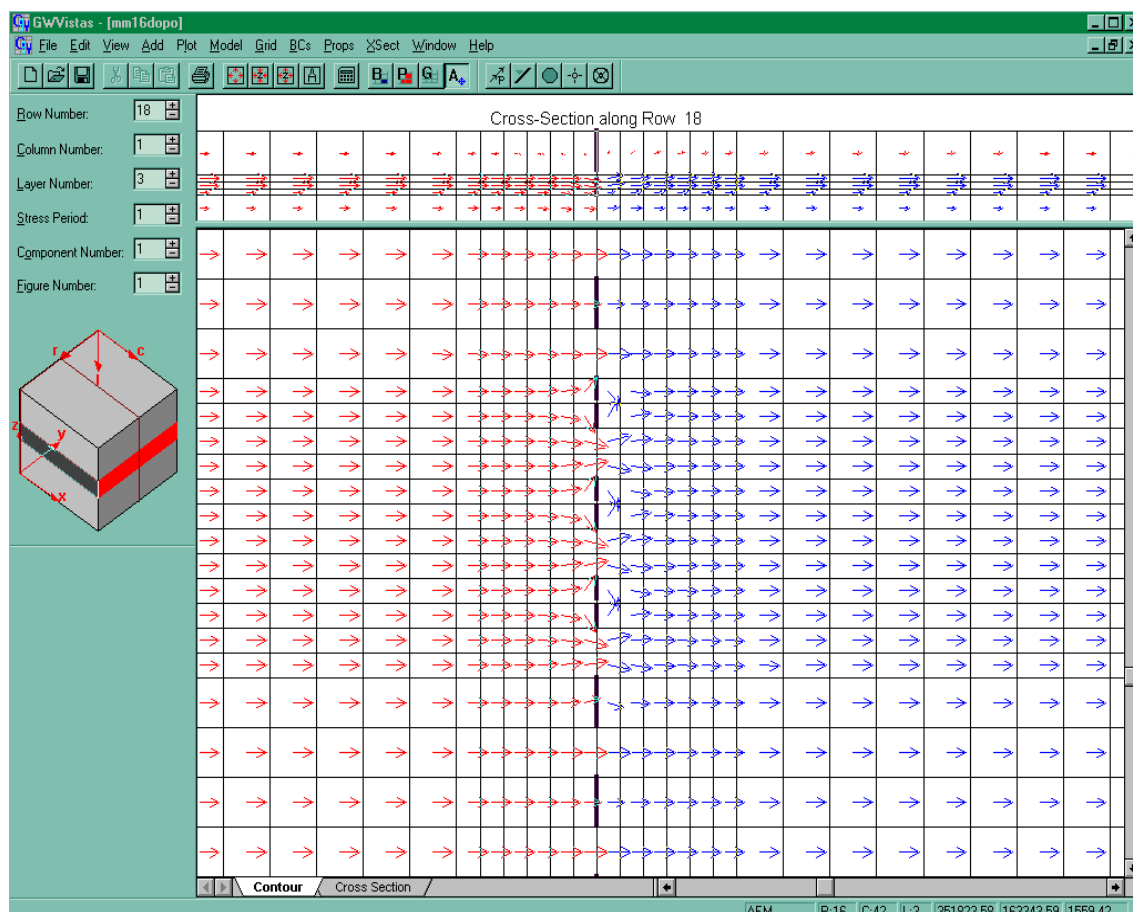


Figura 42 - Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in pianta e sezione

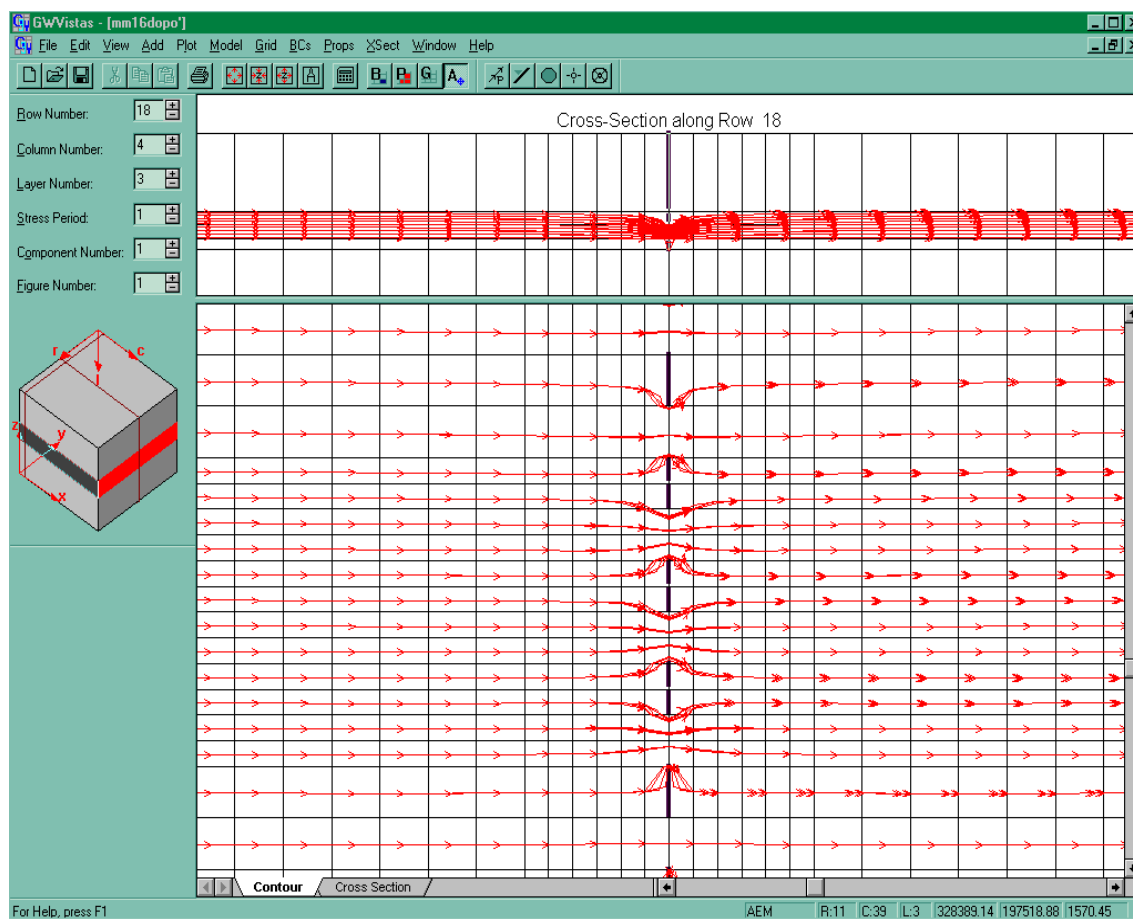


Figura 43 - Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in sezione

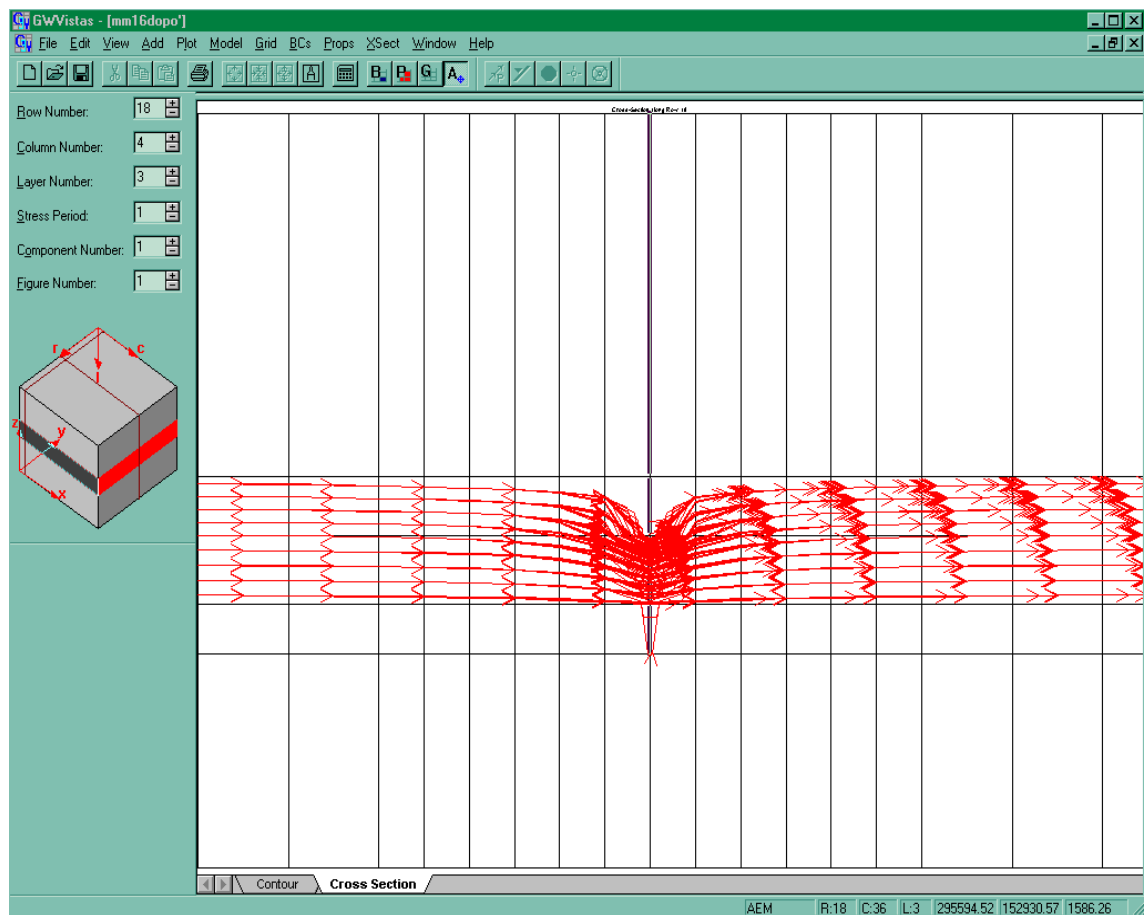


Tabella risultati simulazioni 9 e 11

| k=2.4e-6m/s | Simulazione 9 | | Simulazione 11 | | Differenze layer 2 (mm) | Differenze layer 3 (mm) |
|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Layer 2 livello(mm) | Layer 3 livello(mm) | Layer 2 livello(mm) | Layer 3 livello(mm) | | |
| dist(mm) | | | | | | |
| 5000 | 1740 | 1740 | 1740 | 1740 | 0 | 0 |
| 15000 | 1734,32 | 1734,33 | 1734,68 | 1734,69 | 0,36 | 0,36 |
| 25000 | 1728,85 | 1728,86 | 1729,55 | 1729,57 | 0,7 | 0,71 |
| 35000 | 1723,52 | 1723,53 | 1724,56 | 1724,57 | 1,04 | 1,04 |
| 45000 | 1718,29 | 1718,3 | 1719,66 | 1719,67 | 1,37 | 1,37 |
| 55000 | 1713,13 | 1713,13 | 1714,82 | 1714,83 | 1,69 | 1,7 |
| 65000 | 1708,01 | 1708,01 | 1710,02 | 1710,03 | 2,01 | 2,02 |
| 75000 | 1702,92 | 1702,93 | 1705,26 | 1705,26 | 2,34 | 2,33 |
| 85000 | 1697,86 | 1697,86 | 1700,51 | 1700,51 | 2,65 | 2,65 |
| 95000 | 1692,81 | 1692,81 | 1695,78 | 1695,78 | 2,97 | 2,97 |
| 105000 | 1687,77 | 1687,78 | 1691,05 | 1691,06 | 3,28 | 3,28 |
| 115000 | 1682,74 | 1682,75 | 1686,33 | 1686,34 | 3,59 | 3,59 |
| 125000 | 1677,72 | 1677,72 | 1681,62 | 1681,62 | 3,9 | 3,9 |
| 135000 | 1672,7 | 1672,7 | 1676,9 | 1676,9 | 4,2 | 4,2 |
| 145000 | 1667,69 | 1667,69 | 1672,18 | 1672,18 | 4,49 | 4,49 |
| 155000 | 1662,67 | 1662,67 | 1667,46 | 1667,45 | 4,79 | 4,78 |
| 165000 | 1657,66 | 1657,66 | 1662,72 | 1662,72 | 5,06 | 5,06 |
| 175000 | 1652,65 | 1652,65 | 1657,98 | 1657,97 | 5,33 | 5,32 |
| 185000 | 1647,63 | 1647,63 | 1653,22 | 1653,21 | 5,59 | 5,58 |
| 195000 | 1642,62 | 1642,62 | 1648,44 | 1648,42 | 5,82 | 5,8 |
| 205000 | 1637,61 | 1637,61 | 1643,63 | 1643,61 | 6,02 | 6 |
| 215000 | 1632,6 | 1632,6 | 1638,78 | 1638,75 | 6,18 | 6,15 |
| 222500 | 1628,84 | 1628,84 | 1635,11 | 1635,07 | 6,27 | 6,23 |
| 227500 | 1626,34 | 1626,34 | 1632,66 | 1632,58 | 6,32 | 6,24 |
| 232500 | 1623,83 | 1623,83 | 1630,2 | 1630,06 | 6,37 | 6,23 |
| 237500 | 1621,32 | 1621,32 | 1627,77 | 1627,41 | 6,45 | 6,09 |
| 242500 | 1618,82 | 1618,82 | 1625,44 | 1624,37 | 6,62 | 5,55 |
| 247500 | 1616,31 | 1616,31 | 1623,54 | 1619,94 | 7,23 | 3,63 |
| 252500 | 1613,81 | 1613,81 | 1606,58 | 1610,18 | -7,23 | -3,63 |
| 257500 | 1611,3 | 1611,3 | 1604,68 | 1605,75 | -6,62 | -5,55 |
| 262500 | 1608,79 | 1608,79 | 1602,35 | 1602,71 | -6,44 | -6,08 |
| 267500 | 1606,29 | 1606,29 | 1599,92 | 1600,06 | -6,37 | -6,23 |
| 272500 | 1603,78 | 1603,78 | 1597,46 | 1597,54 | -6,32 | -6,24 |
| 277500 | 1601,27 | 1601,27 | 1595,01 | 1595,06 | -6,26 | -6,21 |
| 285000 | 1597,51 | 1597,51 | 1591,34 | 1591,37 | -6,17 | -6,14 |
| 295000 | 1592,5 | 1592,5 | 1586,49 | 1586,51 | -6,01 | -5,99 |
| 305000 | 1587,49 | 1587,49 | 1581,68 | 1581,69 | -5,81 | -5,8 |
| 315000 | 1582,47 | 1582,47 | 1576,89 | 1576,9 | -5,58 | -5,57 |
| 325000 | 1577,46 | 1577,46 | 1572,13 | 1572,14 | -5,33 | -5,32 |
| 335000 | 1572,44 | 1572,44 | 1567,38 | 1567,39 | -5,06 | -5,05 |
| 345000 | 1567,42 | 1567,42 | 1562,64 | 1562,65 | -4,78 | -4,77 |
| 355000 | 1562,4 | 1562,4 | 1557,91 | 1557,91 | -4,49 | -4,49 |
| 365000 | 1557,38 | 1557,38 | 1553,19 | 1553,19 | -4,19 | -4,19 |
| 375000 | 1552,35 | 1552,35 | 1548,46 | 1548,46 | -3,89 | -3,89 |
| 385000 | 1547,32 | 1547,32 | 1543,74 | 1543,74 | -3,58 | -3,58 |
| 395000 | 1542,29 | 1542,29 | 1539,01 | 1539,01 | -3,28 | -3,28 |
| 405000 | 1537,25 | 1537,24 | 1534,28 | 1534,28 | -2,97 | -2,96 |
| 415000 | 1532,19 | 1532,19 | 1529,54 | 1529,54 | -2,65 | -2,65 |
| 425000 | 1527,12 | 1527,12 | 1524,79 | 1524,78 | -2,33 | -2,34 |
| 435000 | 1522,03 | 1522,02 | 1520,01 | 1520,01 | -2,02 | -2,01 |
| 445000 | 1516,9 | 1516,9 | 1515,21 | 1515,2 | -1,69 | -1,7 |
| 455000 | 1511,73 | 1511,72 | 1510,36 | 1510,35 | -1,37 | -1,37 |
| 465000 | 1506,49 | 1506,48 | 1505,45 | 1505,44 | -1,04 | -1,04 |
| 475000 | 1501,16 | 1501,15 | 1500,46 | 1500,44 | -0,7 | -0,71 |
| 485000 | 1495,69 | 1495,67 | 1495,33 | 1495,32 | -0,36 | -0,35 |
| 495000 | 1490 | 1490 | 1490 | 1490 | 0 | 0 |

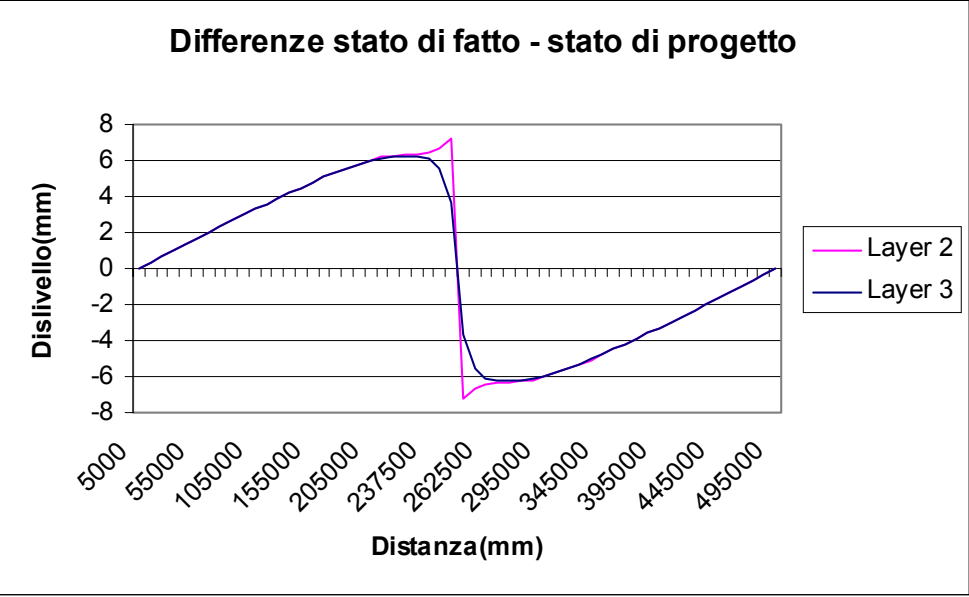
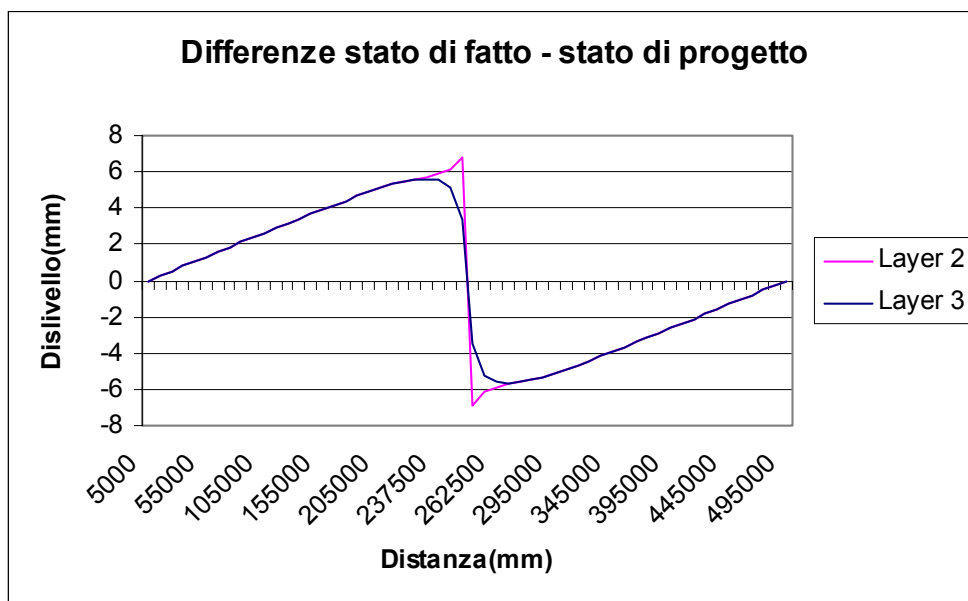


Tabella risultati simulazioni 10 e 12

| k=3.49e-4m/s | Simulazione 10 | | Simulazione 12 | | Differenze layer 2 (mm) | Differenze layer 3 (mm) |
|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Layer 2 livello(mm) | Layer 3 livello(mm) | Layer 2 livello(mm) | Layer 3 livello(mm) | | |
| 5000 | 1740 | 1740 | 1740 | 1740 | 0 | 0 |
| 15000 | 1734,9 | 1734,9 | 1735,16 | 1735,16 | 0,26 | 0,26 |
| 25000 | 1729,79 | 1729,79 | 1730,32 | 1730,32 | 0,53 | 0,53 |
| 35000 | 1724,69 | 1724,69 | 1725,48 | 1725,48 | 0,79 | 0,79 |
| 45000 | 1719,59 | 1719,59 | 1720,64 | 1720,64 | 1,05 | 1,05 |
| 55000 | 1714,49 | 1714,49 | 1715,8 | 1715,8 | 1,31 | 1,31 |
| 65000 | 1709,39 | 1709,39 | 1710,96 | 1710,96 | 1,57 | 1,57 |
| 75000 | 1704,28 | 1704,28 | 1706,12 | 1706,12 | 1,84 | 1,84 |
| 85000 | 1699,18 | 1699,18 | 1701,28 | 1701,28 | 2,1 | 2,1 |
| 95000 | 1694,08 | 1694,08 | 1696,44 | 1696,44 | 2,36 | 2,36 |
| 105000 | 1688,98 | 1688,98 | 1691,6 | 1691,6 | 2,62 | 2,62 |
| 115000 | 1683,88 | 1683,88 | 1686,76 | 1686,76 | 2,88 | 2,88 |
| 125000 | 1678,78 | 1678,78 | 1681,92 | 1681,92 | 3,14 | 3,14 |
| 135000 | 1673,68 | 1673,68 | 1677,07 | 1677,07 | 3,39 | 3,39 |
| 145000 | 1668,58 | 1668,58 | 1672,23 | 1672,23 | 3,65 | 3,65 |
| 155000 | 1663,48 | 1663,48 | 1667,38 | 1667,38 | 3,9 | 3,9 |
| 165000 | 1658,38 | 1658,38 | 1662,53 | 1662,53 | 4,15 | 4,15 |
| 175000 | 1653,28 | 1653,28 | 1657,68 | 1657,68 | 4,4 | 4,4 |
| 185000 | 1648,18 | 1648,18 | 1652,82 | 1652,82 | 4,64 | 4,64 |
| 195000 | 1643,08 | 1643,08 | 1647,96 | 1647,96 | 4,88 | 4,88 |
| 205000 | 1637,98 | 1637,98 | 1643,09 | 1643,09 | 5,11 | 5,11 |
| 215000 | 1632,88 | 1632,88 | 1638,2 | 1638,2 | 5,32 | 5,32 |
| 222500 | 1629,05 | 1629,05 | 1634,54 | 1634,53 | 5,49 | 5,48 |
| 227500 | 1626,5 | 1626,5 | 1632,09 | 1632,07 | 5,59 | 5,57 |
| 232500 | 1623,95 | 1623,95 | 1629,66 | 1629,57 | 5,71 | 5,62 |
| 237500 | 1621,4 | 1621,4 | 1627,26 | 1626,97 | 5,86 | 5,57 |
| 242500 | 1618,85 | 1618,85 | 1624,97 | 1624,02 | 6,12 | 5,17 |
| 247500 | 1616,3 | 1616,3 | 1623,12 | 1619,72 | 6,82 | 3,42 |
| 252500 | 1613,75 | 1613,75 | 1606,9 | 1610,3 | -6,85 | -3,45 |
| 257500 | 1611,2 | 1611,2 | 1605,05 | 1606,01 | -6,15 | -5,19 |
| 262500 | 1608,65 | 1608,65 | 1602,77 | 1603,05 | -5,88 | -5,6 |
| 267500 | 1606,1 | 1606,1 | 1600,37 | 1600,45 | -5,73 | -5,65 |
| 272500 | 1603,55 | 1603,55 | 1597,93 | 1597,96 | -5,62 | -5,59 |
| 277500 | 1601 | 1601 | 1595,49 | 1595,5 | -5,51 | -5,5 |
| 285000 | 1597,17 | 1597,17 | 1591,82 | 1591,82 | -5,35 | -5,35 |
| 295000 | 1592,07 | 1592,07 | 1586,94 | 1586,94 | -5,13 | -5,13 |
| 305000 | 1586,97 | 1586,97 | 1582,07 | 1582,07 | -4,9 | -4,9 |
| 315000 | 1581,86 | 1581,86 | 1577,2 | 1577,2 | -4,66 | -4,66 |
| 325000 | 1576,76 | 1576,76 | 1572,34 | 1572,34 | -4,42 | -4,42 |
| 335000 | 1571,66 | 1571,66 | 1567,49 | 1567,49 | -4,17 | -4,17 |
| 345000 | 1566,56 | 1566,56 | 1562,64 | 1562,64 | -3,92 | -3,92 |
| 355000 | 1561,46 | 1561,46 | 1557,79 | 1557,79 | -3,67 | -3,67 |
| 365000 | 1556,35 | 1556,35 | 1552,95 | 1552,95 | -3,4 | -3,4 |
| 375000 | 1551,25 | 1551,25 | 1548,1 | 1548,1 | -3,15 | -3,15 |
| 385000 | 1546,15 | 1546,15 | 1543,26 | 1543,26 | -2,89 | -2,89 |
| 395000 | 1541,05 | 1541,05 | 1538,42 | 1538,42 | -2,63 | -2,63 |
| 405000 | 1535,94 | 1535,94 | 1533,57 | 1533,57 | -2,37 | -2,37 |
| 415000 | 1530,84 | 1530,84 | 1528,73 | 1528,73 | -2,11 | -2,11 |
| 425000 | 1525,74 | 1525,74 | 1523,89 | 1523,89 | -1,85 | -1,85 |
| 435000 | 1520,63 | 1520,63 | 1519,05 | 1519,05 | -1,58 | -1,58 |
| 445000 | 1515,53 | 1515,53 | 1514,21 | 1514,21 | -1,32 | -1,32 |
| 455000 | 1510,42 | 1510,42 | 1509,37 | 1509,37 | -1,05 | -1,05 |
| 465000 | 1505,32 | 1505,32 | 1504,53 | 1504,53 | -0,79 | -0,79 |
| 475000 | 1500,21 | 1500,21 | 1499,69 | 1499,69 | -0,52 | -0,52 |
| 485000 | 1495,11 | 1495,11 | 1494,84 | 1494,84 | -0,27 | -0,27 |
| 495000 | 1490 | 1490 | 1490 | 1490 | 0 | 0 |



Piezometro S19Pz15 -Simulazione 13 - Stato di fatto ($K=6.27 \times 10^{-6} \text{ m/s}$)

Figura 44 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione

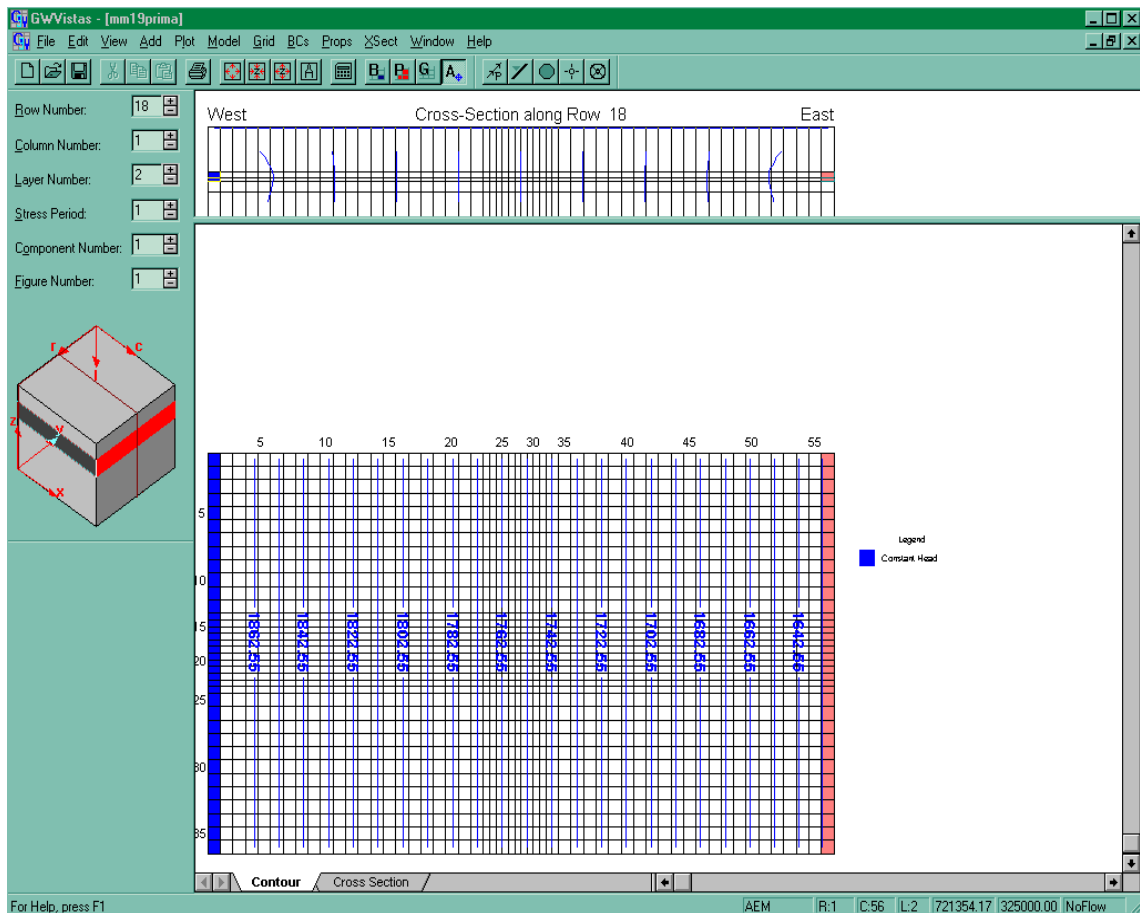


Figura 45 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in sezione

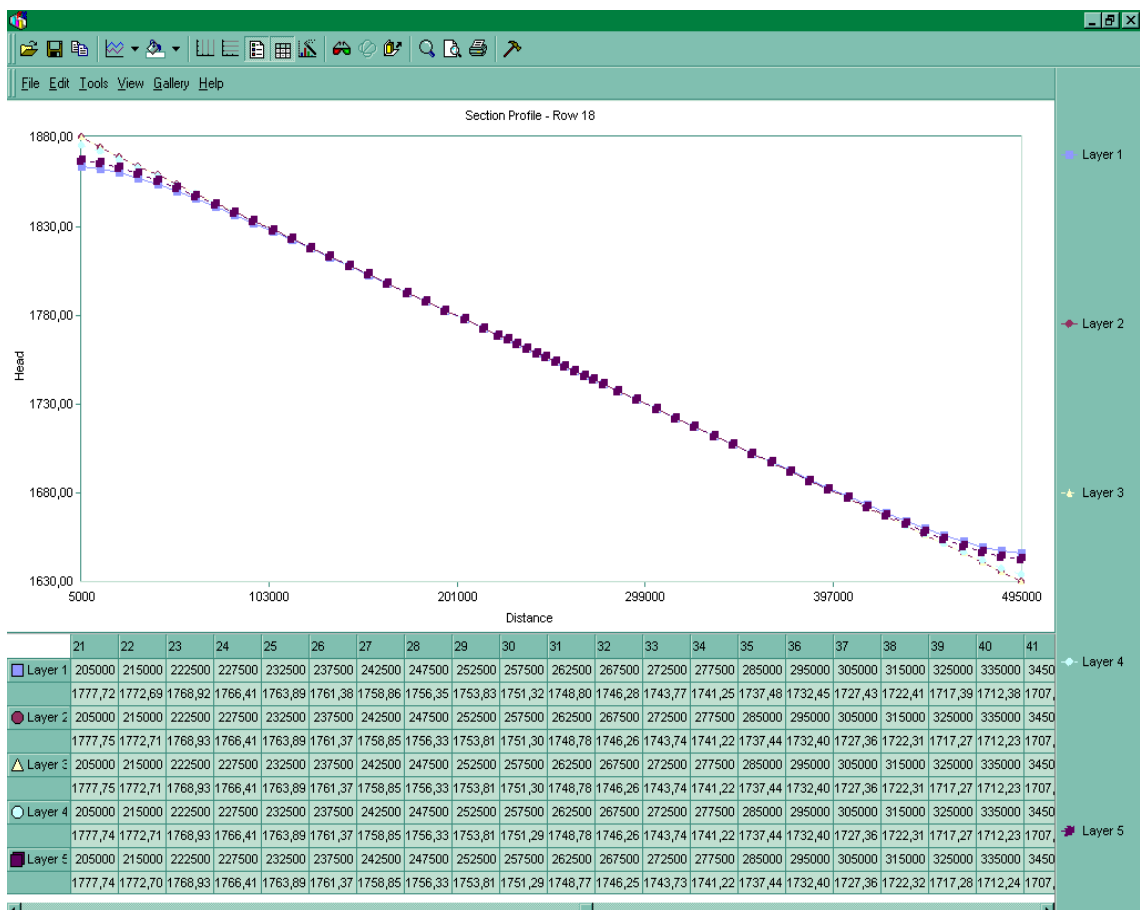
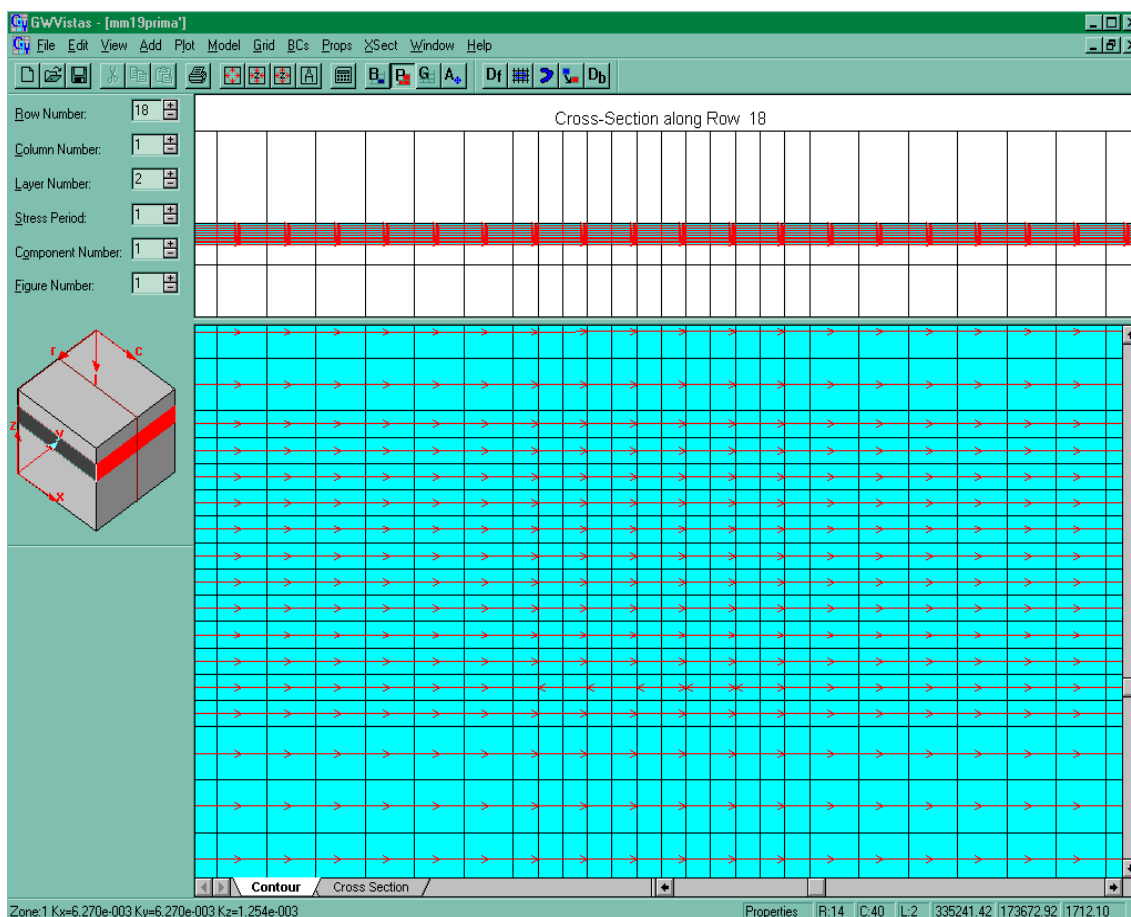


Figura 46 - Simulazione delle linee di flusso, in pianta e sezione



Simulazione 14 - Stato di fatto ($K=3.49 \times 10^{-4} \text{ m/s}$)

Figura 47 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione

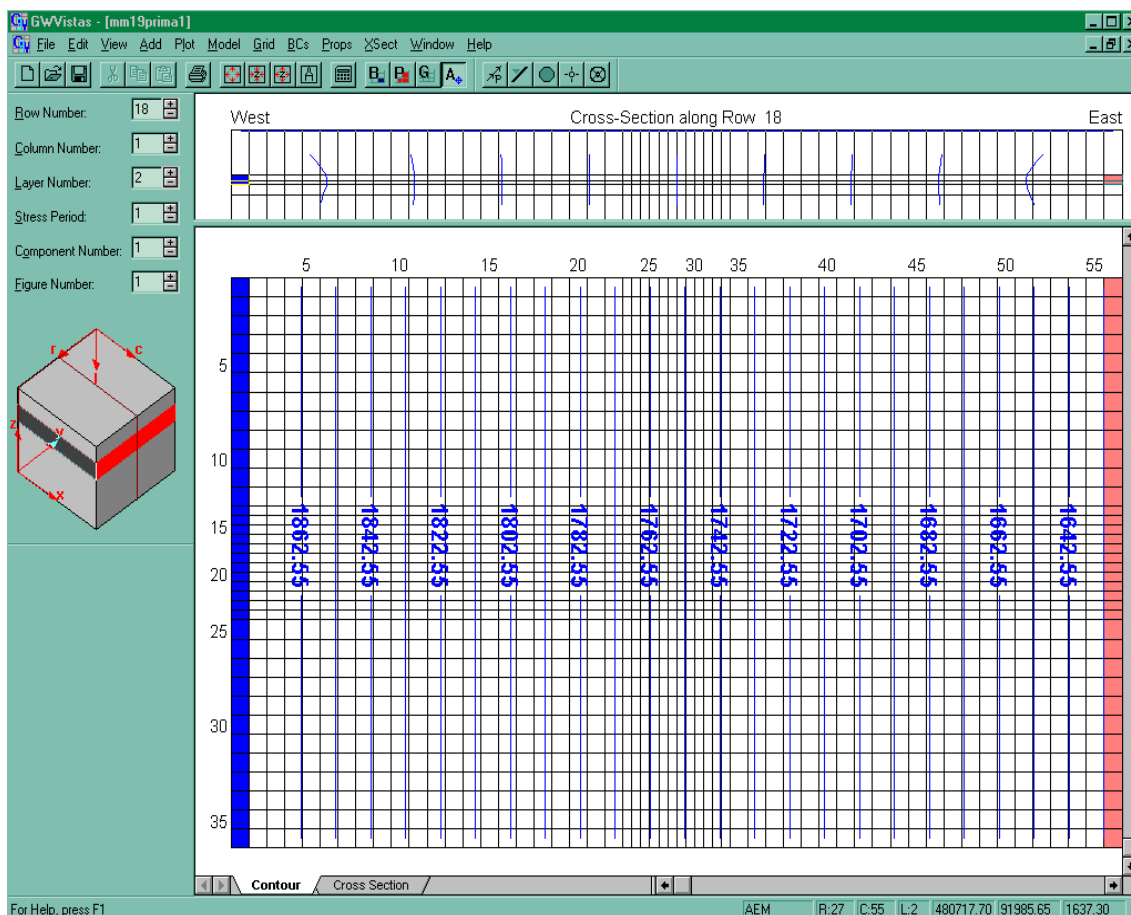


Figura 48 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in sezione

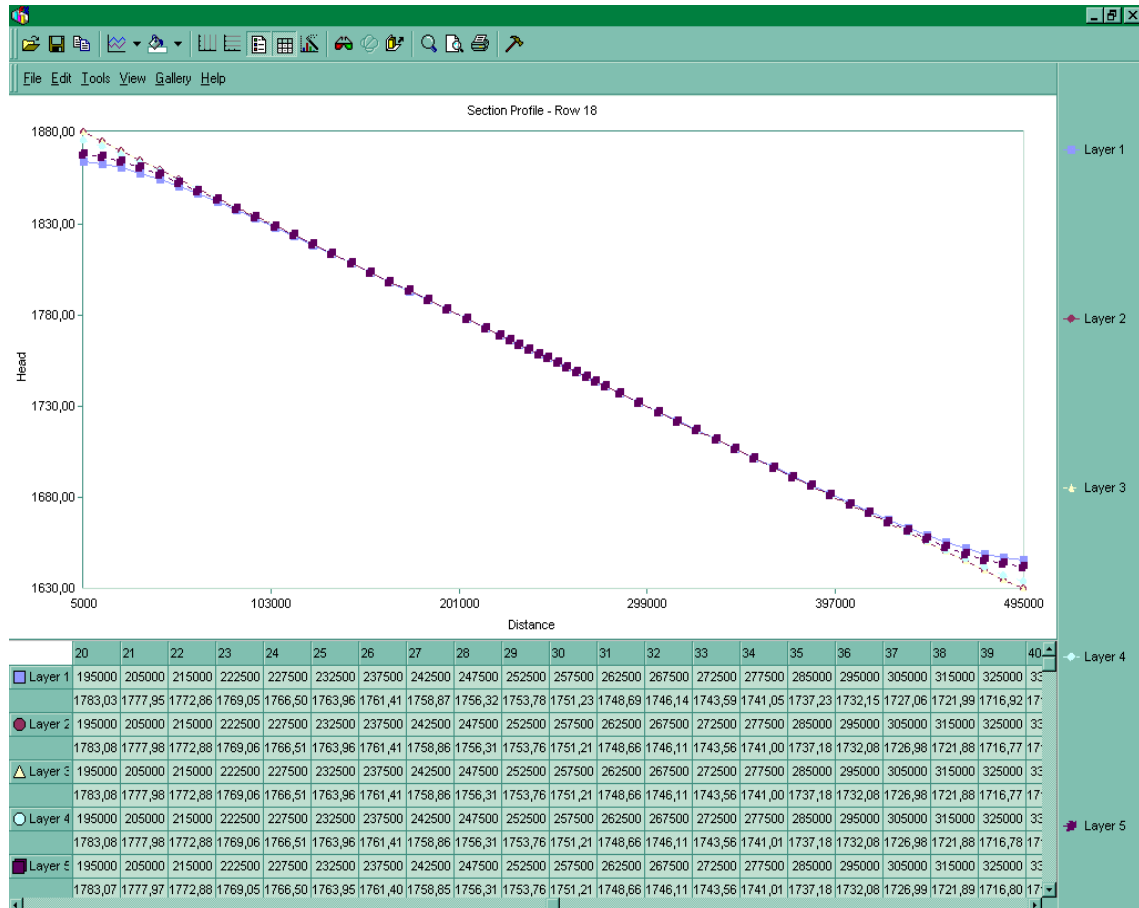
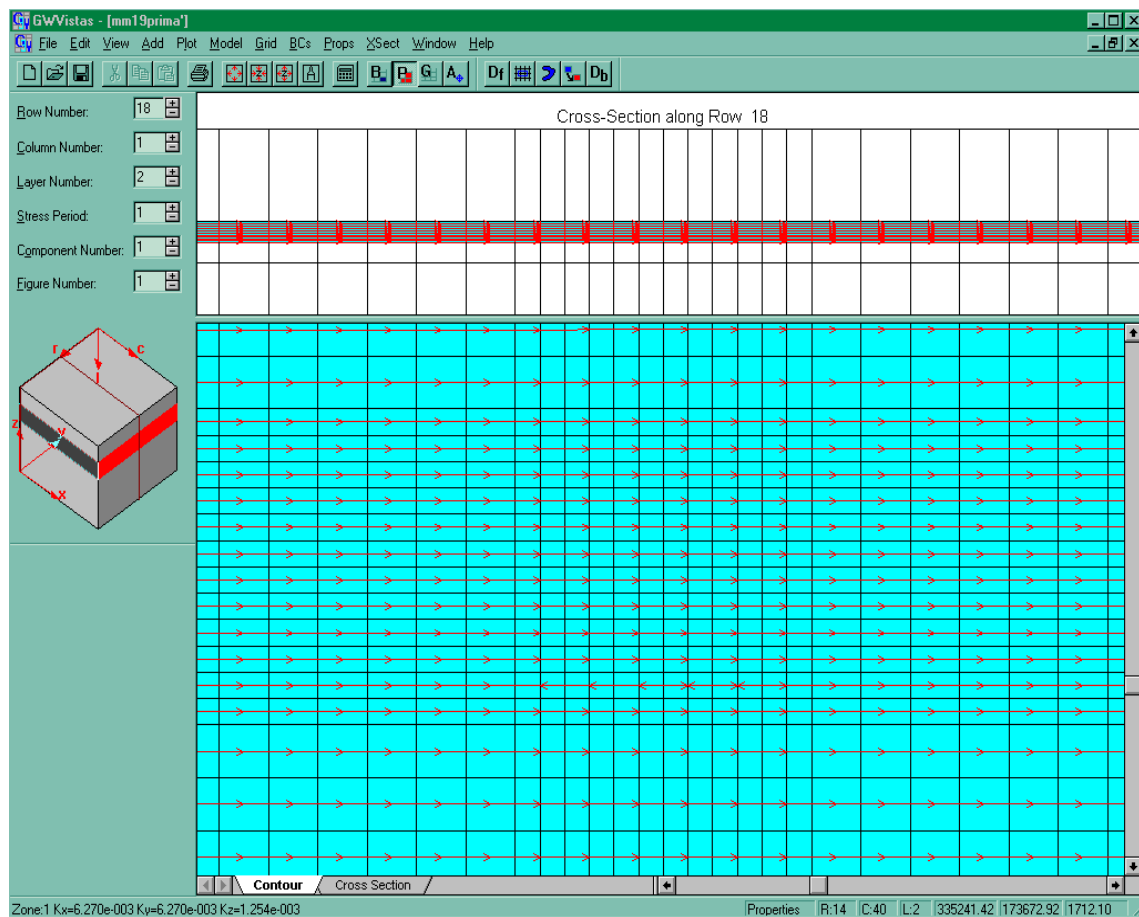


Figura 49 - Simulazione delle linee di flusso, in pianta e sezione



Simulazione 15 - Stato di progetto ($K=6.27 \times 10^{-6} \text{ m/s}$)

Figura 50 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in pianta e sezione

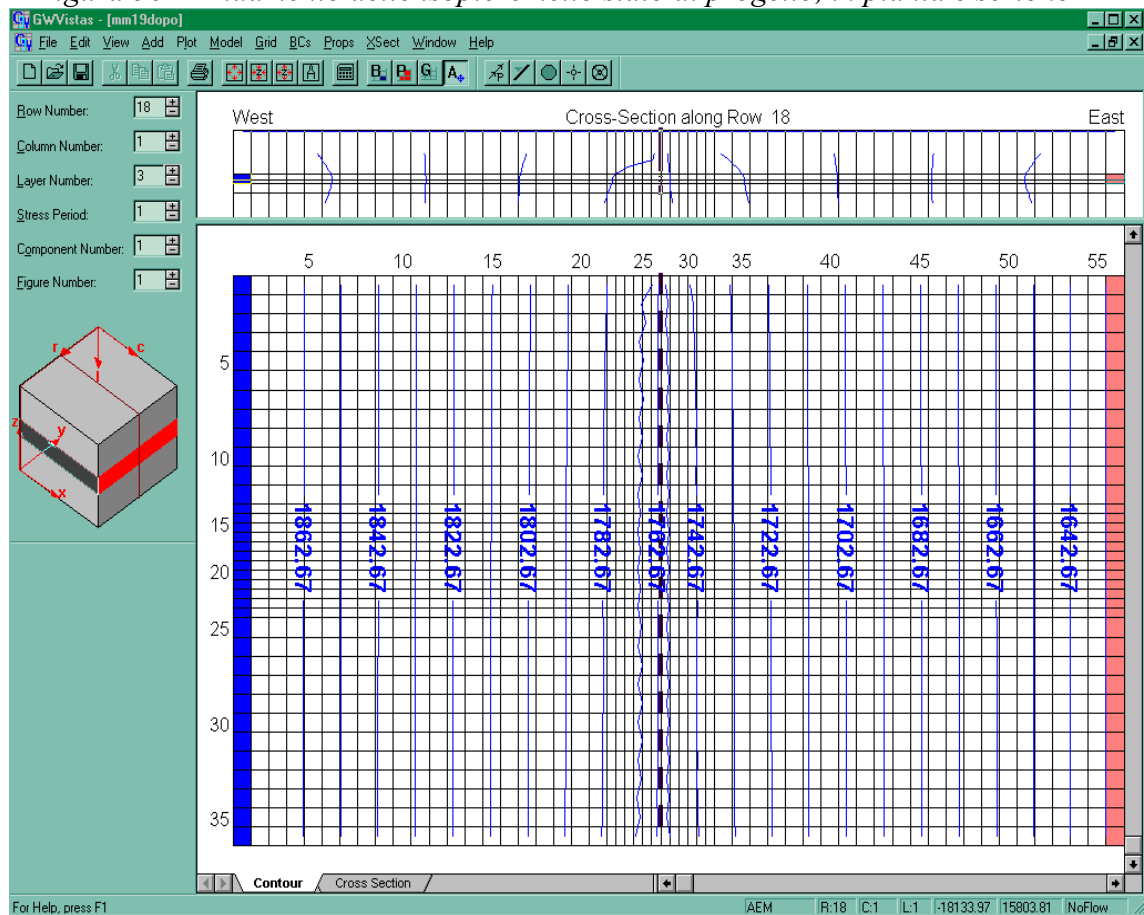


Figura 51 - Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in sezione

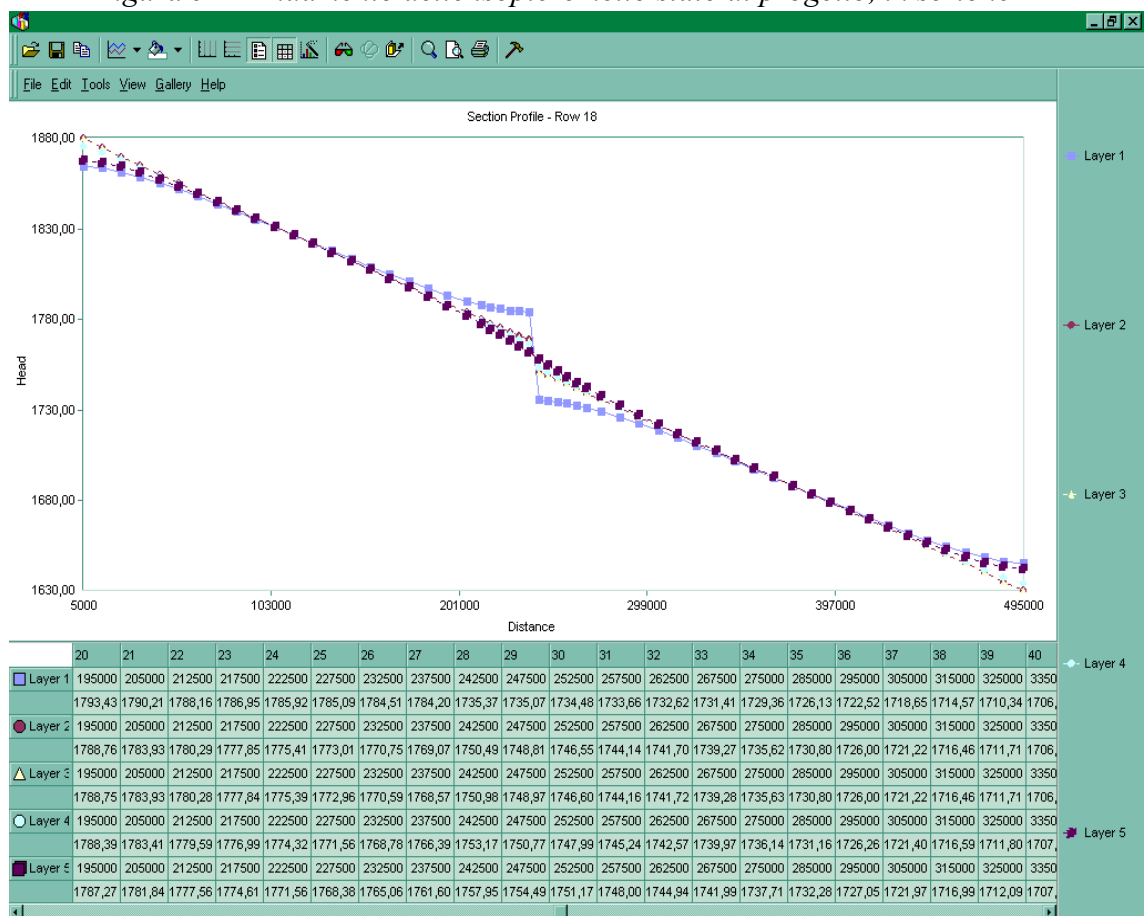


Figura 52 – Simulazione dei vettori di velocità nello stato di progetto, in pianta e sezione

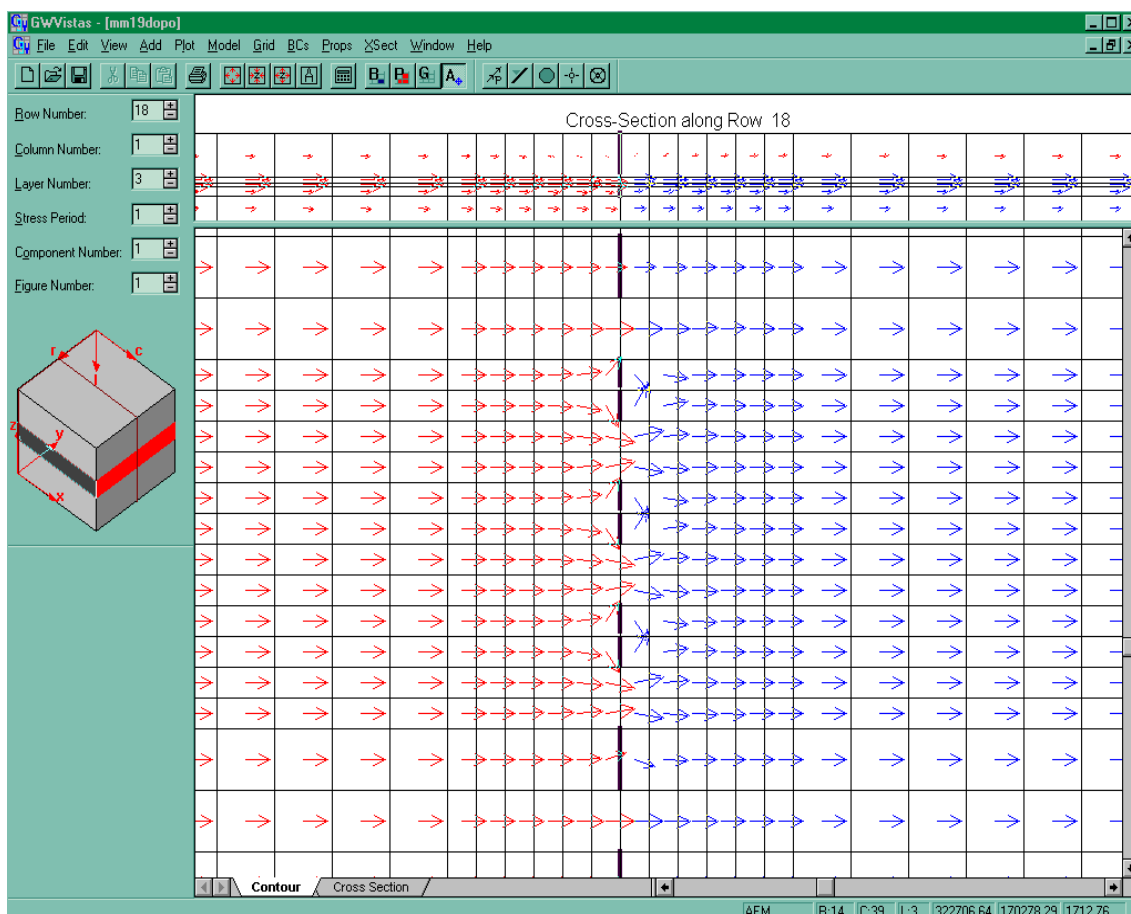


Figura 53 - Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in pianta

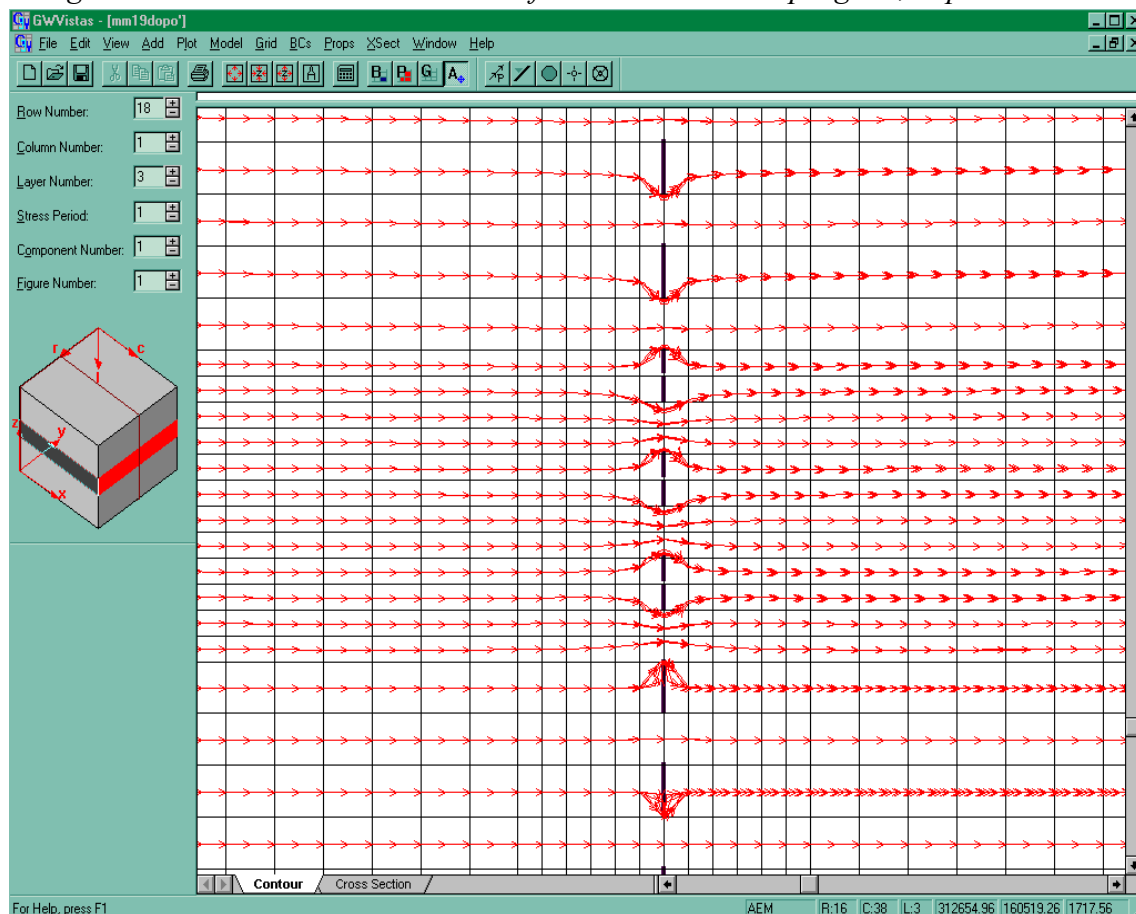
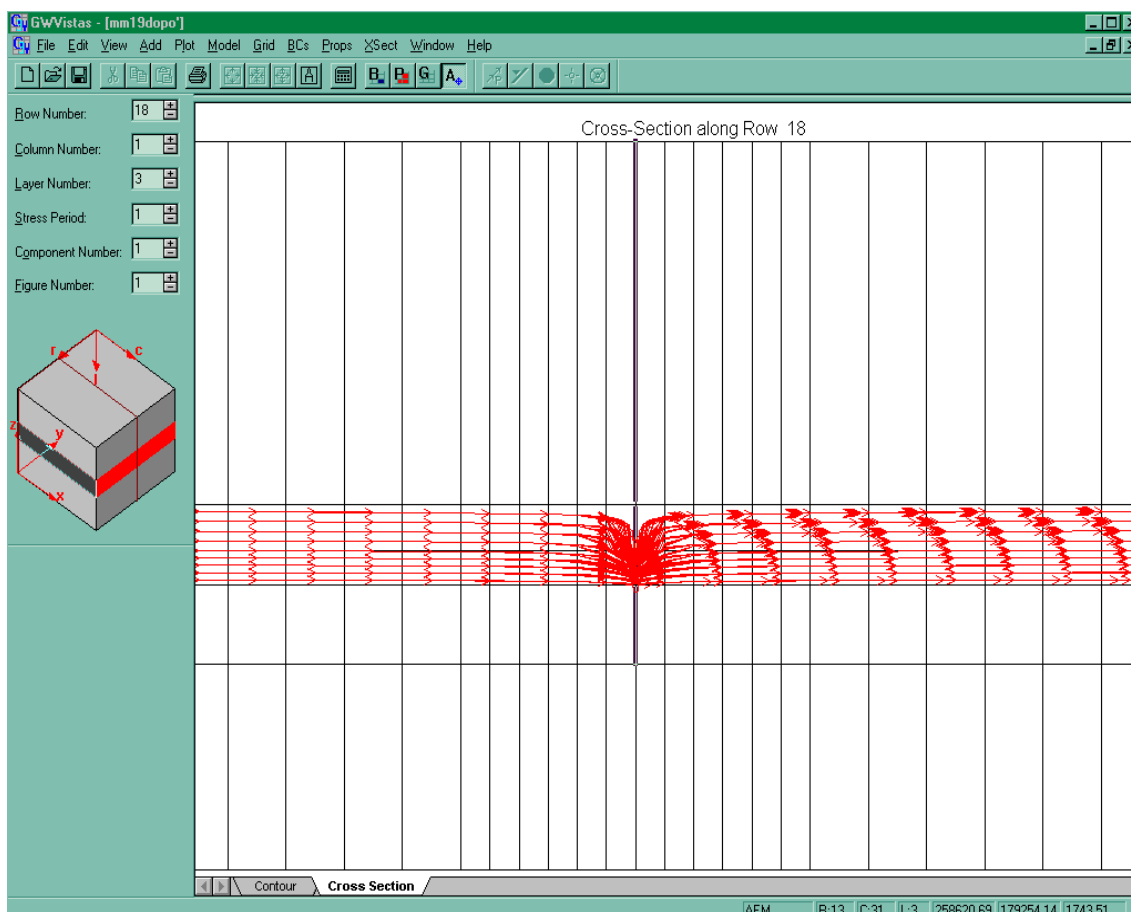


Figura 54 - Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in sezione



Simulazione 16 - Stato di progetto ($K=3.49 \times 10^{-4} \text{ m/s}$)

Figura 55 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in pianta e sezione

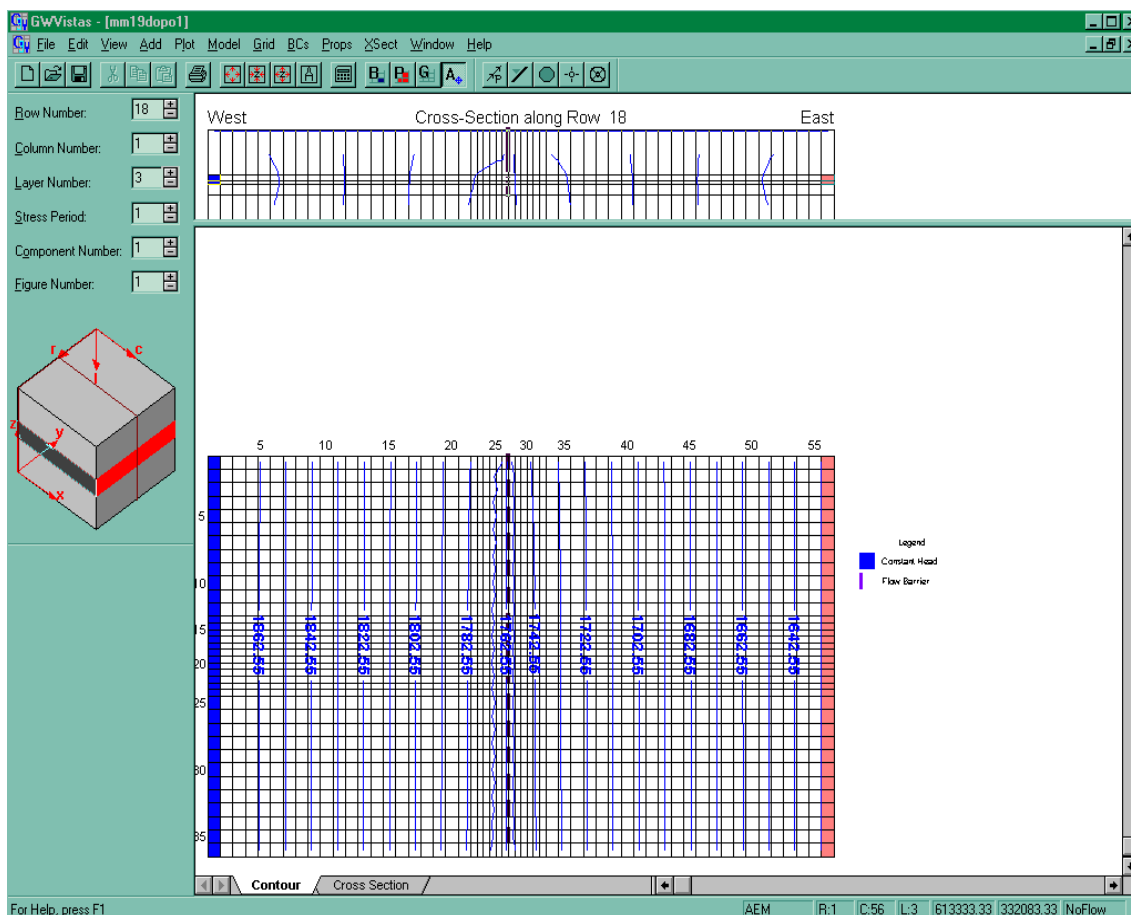


Figura 56 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in sezione

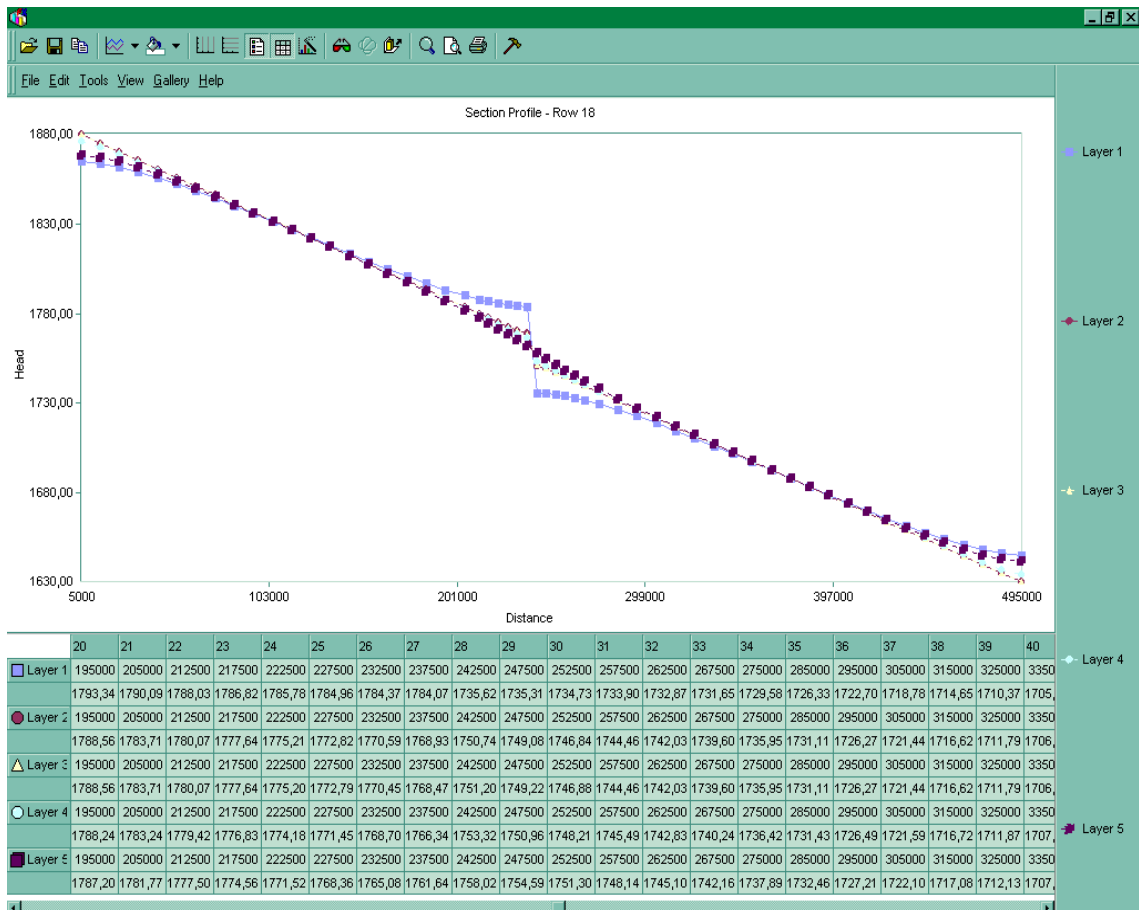


Figura 57 - Simulazione dei vettori di velocità nello stato di progetto, in pianta e sezione

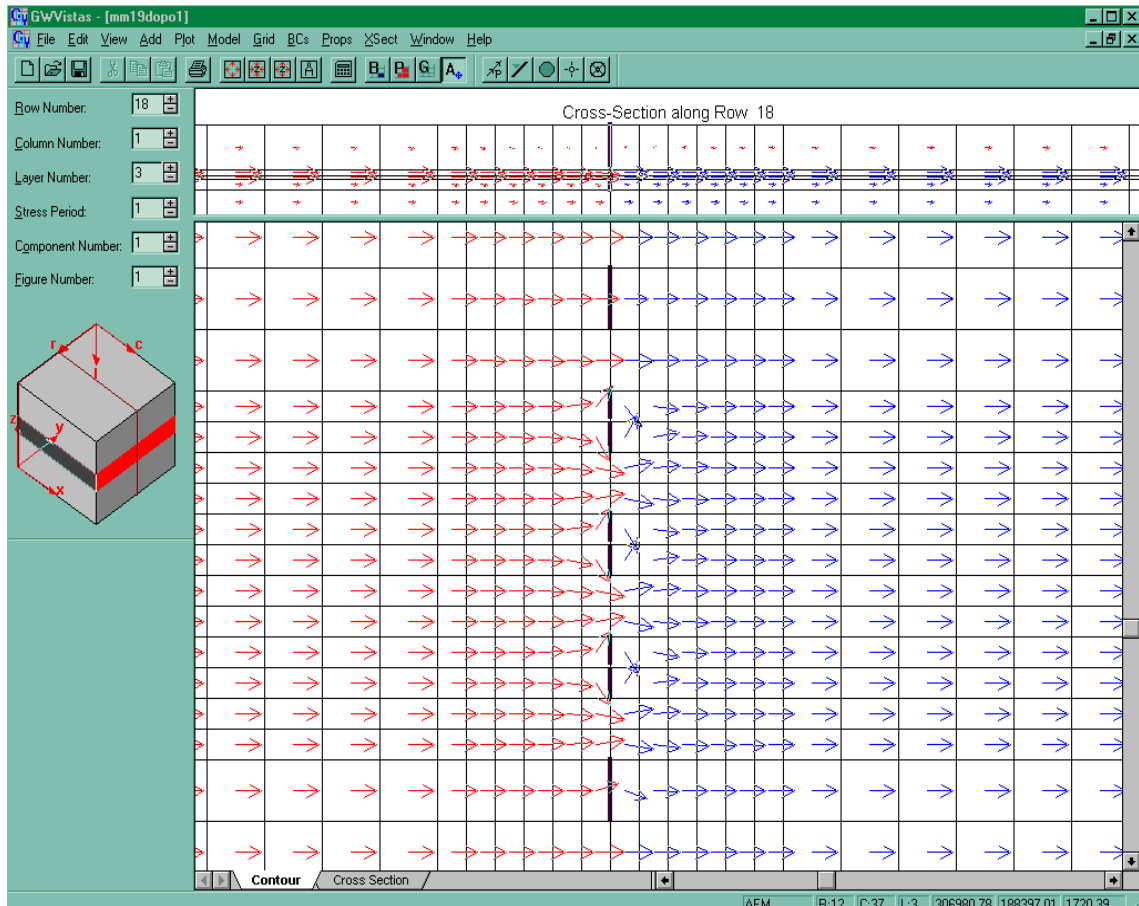


Figura 58 - Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in pianta

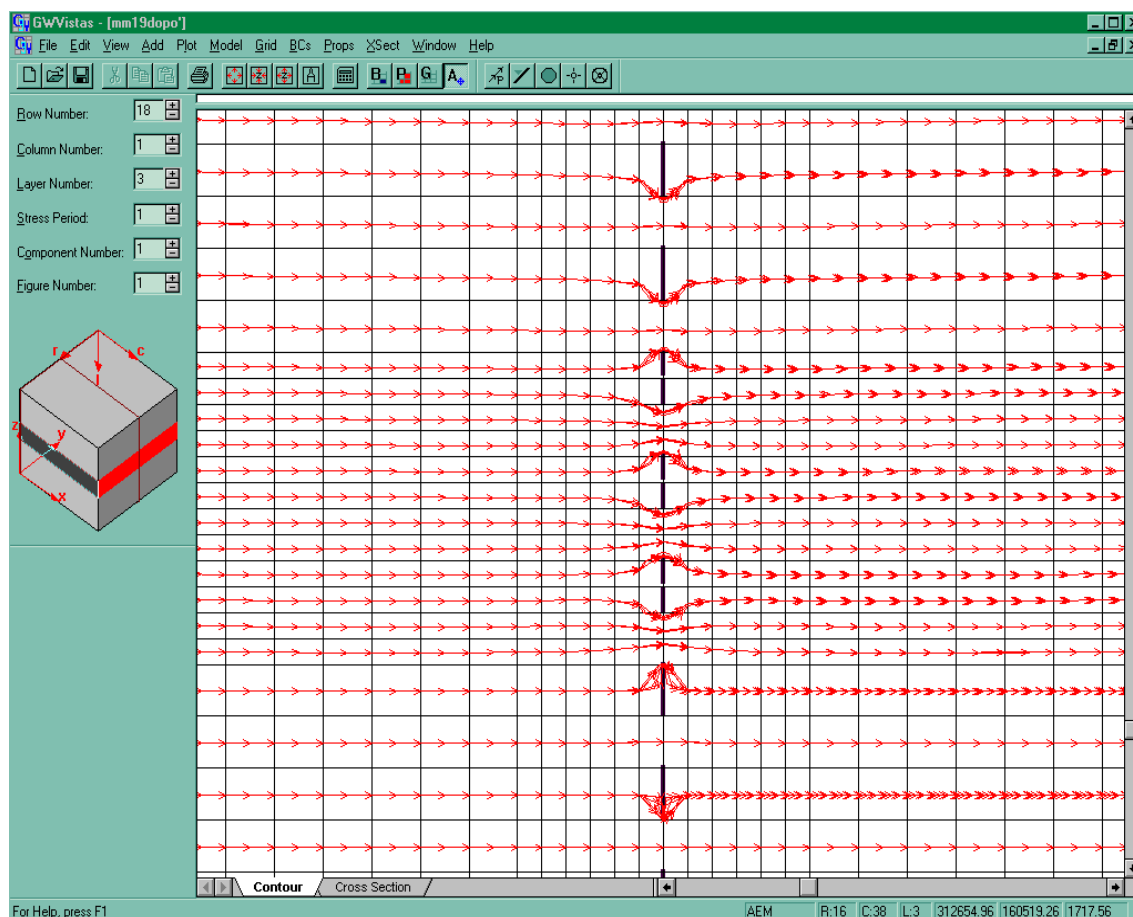


Figura 59 - Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in sezione

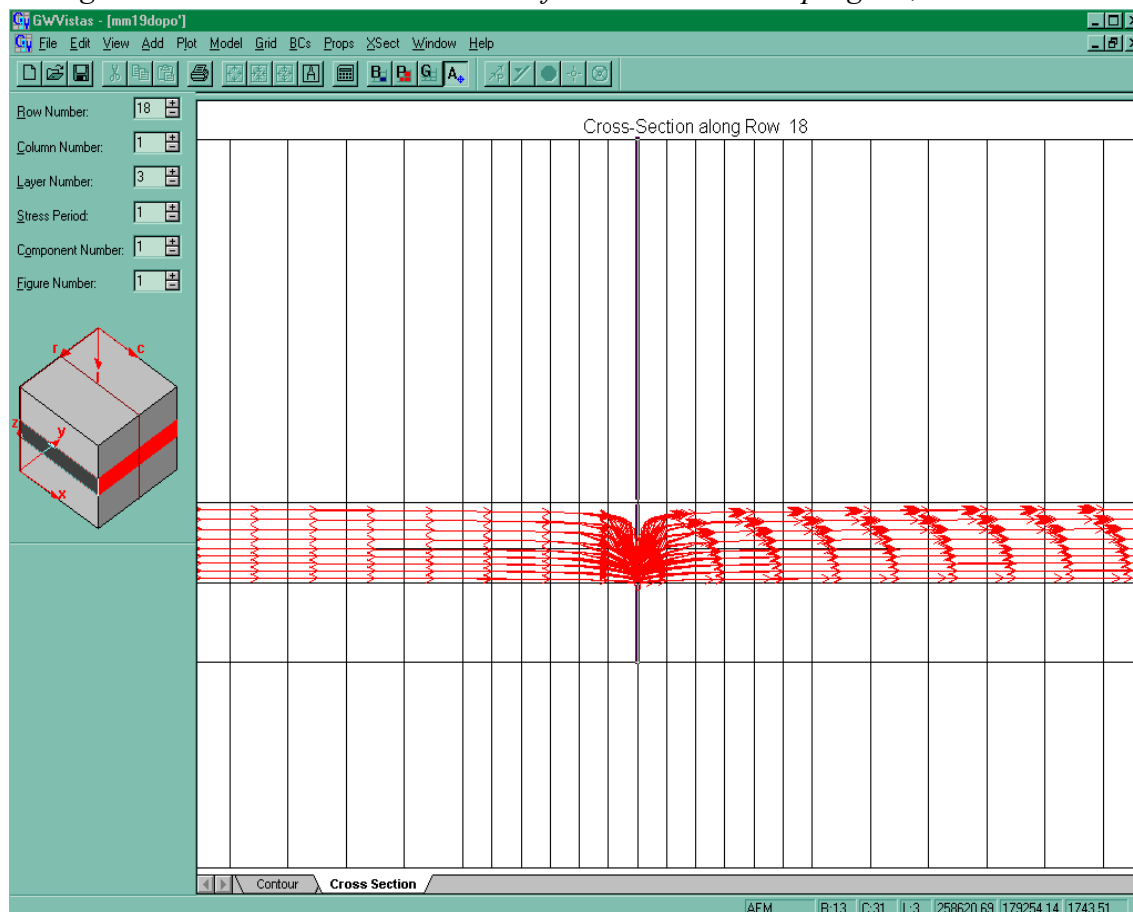


Tabella risultati simulazioni 13 e 15

| k=6.27e-6m/s | Simulazione 13 | | Simulazione 15 | | Differenze layer 2 (mm) | Differenze layer 3 (mm) |
|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Layer 2 livello(mm) | Layer 3 livello(mm) | Layer 2 livello(mm) | Layer 3 livello(mm) | | |
| 5000 | 1880 | 1880 | 1880 | 1880 | 0 | 0 |
| 15000 | 1874,52 | 1874,52 | 1874,88 | 1874,88 | 0,36 | 0,36 |
| 25000 | 1869,18 | 1869,18 | 1869,89 | 1869,89 | 0,71 | 0,71 |
| 35000 | 1863,92 | 1863,92 | 1864,97 | 1864,97 | 1,05 | 1,05 |
| 45000 | 1858,73 | 1858,73 | 1860,12 | 1860,12 | 1,39 | 1,39 |
| 65000 | 1848,46 | 1848,46 | 1850,52 | 1850,52 | 2,06 | 2,06 |
| 75000 | 1843,36 | 1843,37 | 1845,75 | 1845,75 | 2,39 | 2,38 |
| 85000 | 1838,29 | 1838,29 | 1841 | 1841 | 2,71 | 2,71 |
| 95000 | 1833,22 | 1833,22 | 1836,26 | 1836,26 | 3,04 | 3,04 |
| 105000 | 1828,16 | 1828,16 | 1831,53 | 1831,53 | 3,37 | 3,37 |
| 115000 | 1823,11 | 1823,11 | 1826,8 | 1826,8 | 3,69 | 3,69 |
| 125000 | 1818,06 | 1818,06 | 1822,07 | 1822,07 | 4,01 | 4,01 |
| 135000 | 1813,02 | 1813,02 | 1817,34 | 1817,34 | 4,32 | 4,32 |
| 145000 | 1807,98 | 1807,98 | 1812,6 | 1812,6 | 4,62 | 4,62 |
| 155000 | 1802,94 | 1802,94 | 1807,86 | 1807,86 | 4,92 | 4,92 |
| 165000 | 1797,9 | 1797,9 | 1803,12 | 1803,11 | 5,22 | 5,21 |
| 175000 | 1792,86 | 1792,86 | 1798,36 | 1798,35 | 5,5 | 5,49 |
| 185000 | 1787,82 | 1787,82 | 1793,58 | 1793,58 | 5,76 | 5,76 |
| 195000 | 1782,78 | 1782,78 | 1788,79 | 1788,78 | 6,01 | 6 |
| 205000 | 1777,75 | 1777,75 | 1783,97 | 1783,96 | 6,22 | 6,21 |
| 215000 | 1772,71 | 1772,71 | 1780,33 | 1780,32 | 7,62 | 7,61 |
| 222500 | 1768,93 | 1768,93 | 1777,89 | 1777,88 | 8,96 | 8,95 |
| 227500 | 1766,41 | 1766,41 | 1775,44 | 1775,41 | 9,03 | 9 |
| 232500 | 1763,89 | 1763,89 | 1772,96 | 1772,87 | 9,07 | 8,98 |
| 237500 | 1761,37 | 1761,37 | 1770,45 | 1770,02 | 9,08 | 8,65 |
| 242500 | 1758,85 | 1758,85 | 1768,12 | 1765,71 | 9,27 | 6,86 |
| 247500 | 1756,33 | 1756,33 | 1751,43 | 1753,84 | -4,9 | -2,49 |
| 252500 | 1753,81 | 1753,81 | 1749,11 | 1749,53 | -4,7 | -4,28 |
| 257500 | 1751,3 | 1751,3 | 1746,6 | 1746,69 | -4,7 | -4,61 |
| 262500 | 1748,78 | 1748,78 | 1744,12 | 1744,14 | -4,66 | -4,64 |
| 267500 | 1746,26 | 1746,26 | 1741,66 | 1741,68 | -4,6 | -4,58 |
| 272500 | 1743,74 | 1743,74 | 1739,23 | 1739,23 | -4,51 | -4,51 |
| 277500 | 1741,22 | 1741,22 | 1735,58 | 1735,59 | -5,64 | -5,63 |
| 285000 | 1737,44 | 1737,44 | 1730,76 | 1730,77 | -6,68 | -6,67 |
| 295000 | 1732,4 | 1732,4 | 1725,97 | 1725,97 | -6,43 | -6,43 |
| 305000 | 1727,35 | 1727,35 | 1721,19 | 1721,19 | -6,16 | -6,16 |
| 315000 | 1722,31 | 1722,31 | 1716,43 | 1716,43 | -5,88 | -5,88 |
| 325000 | 1717,27 | 1717,27 | 1711,68 | 1711,68 | -5,59 | -5,59 |
| 335000 | 1712,23 | 1712,23 | 1706,93 | 1706,94 | -5,3 | -5,29 |
| 345000 | 1707,18 | 1707,18 | 1702,2 | 1702,2 | -4,98 | -4,98 |
| 355000 | 1702,14 | 1702,14 | 1697,46 | 1697,47 | -4,68 | -4,67 |
| 365000 | 1697,09 | 1697,09 | 1692,73 | 1692,73 | -4,36 | -4,36 |
| 375000 | 1692,04 | 1692,04 | 1688 | 1688 | -4,04 | -4,04 |
| 385000 | 1686,98 | 1686,98 | 1683,27 | 1683,27 | -3,71 | -3,71 |
| 395000 | 1681,92 | 1681,92 | 1678,54 | 1678,54 | -3,38 | -3,38 |
| 405000 | 1676,86 | 1676,86 | 1673,8 | 1673,8 | -3,06 | -3,06 |
| 415000 | 1671,78 | 1671,78 | 1669,05 | 1669,05 | -2,73 | -2,73 |
| 425000 | 1666,69 | 1666,69 | 1664,3 | 1664,3 | -2,39 | -2,39 |
| 435000 | 1661,59 | 1661,59 | 1659,53 | 1659,53 | -2,06 | -2,06 |
| 445000 | 1656,46 | 1656,46 | 1654,74 | 1654,73 | -1,72 | -1,73 |
| 455000 | 1651,31 | 1651,31 | 1649,91 | 1649,91 | -1,4 | -1,4 |
| 465000 | 1646,1 | 1646,1 | 1645,05 | 1645,05 | -1,05 | -1,05 |
| 475000 | 1640,84 | 1640,84 | 1640,13 | 1640,13 | -0,71 | -0,71 |
| 485000 | 1635,48 | 1635,48 | 1635,12 | 1635,13 | -0,36 | -0,35 |
| 495000 | 1630 | 1630 | 1630 | 1630 | 0 | 0 |

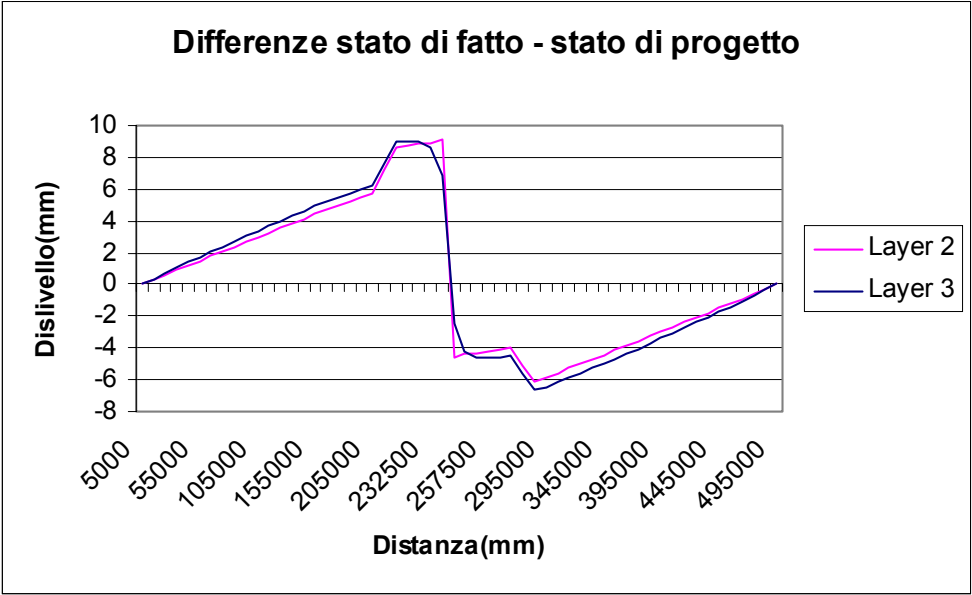
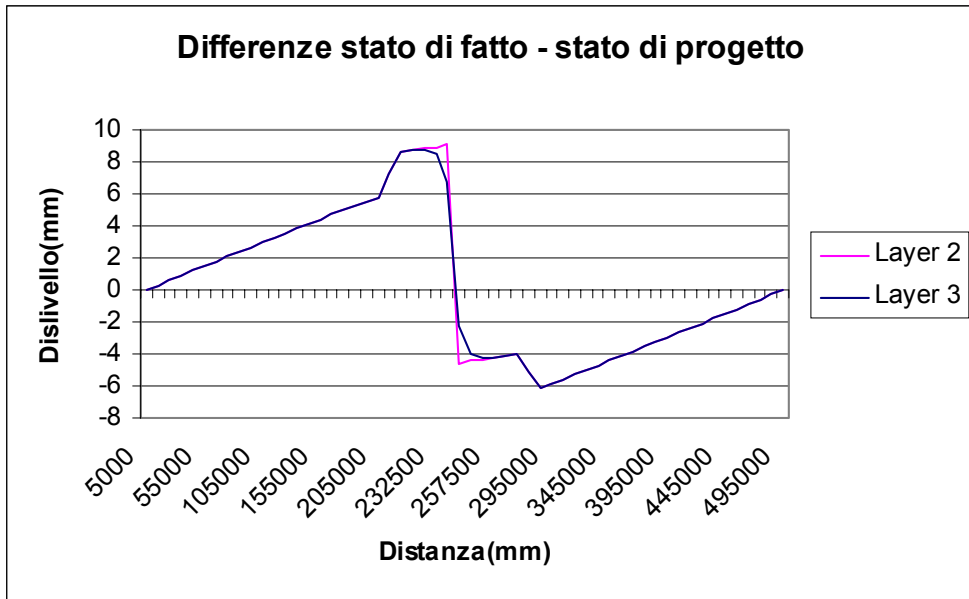


Tabella risultati simulazioni 14 e 16

| k=3.49e-4m/s | Simulazione 14 | | Simulazione 16 | | Differenze layer 2 (mm) | Differenze layer 3 (mm) |
|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Layer 2 livello(mm) | Layer 3 livello(mm) | Layer 2 livello(mm) | Layer 3 livello(mm) | | |
| dist(mm) | | | | | | |
| 5000 | 1880 | 1880 | 1880 | 1880 | 0 | 0 |
| 15000 | 1874,89 | 1874,89 | 1875,19 | 1875,19 | 0,3 | 0,3 |
| 25000 | 1869,79 | 1869,79 | 1870,38 | 1870,38 | 0,59 | 0,59 |
| 35000 | 1864,68 | 1864,68 | 1865,58 | 1865,58 | 0,9 | 0,9 |
| 45000 | 1859,58 | 1859,58 | 1860,77 | 1860,77 | 1,19 | 1,19 |
| 55000 | 1854,48 | 1854,48 | 1855,97 | 1855,97 | 1,49 | 1,49 |
| 65000 | 1849,38 | 1849,38 | 1851,16 | 1851,16 | 1,78 | 1,78 |
| 75000 | 1844,28 | 1844,28 | 1846,36 | 1846,36 | 2,08 | 2,08 |
| 85000 | 1839,18 | 1839,18 | 1841,55 | 1841,55 | 2,37 | 2,37 |
| 95000 | 1834,08 | 1834,08 | 1836,75 | 1836,75 | 2,67 | 2,67 |
| 105000 | 1828,98 | 1828,98 | 1831,94 | 1831,94 | 2,96 | 2,96 |
| 115000 | 1823,88 | 1823,88 | 1827,14 | 1827,14 | 3,26 | 3,26 |
| 125000 | 1818,78 | 1818,78 | 1822,33 | 1822,33 | 3,55 | 3,55 |
| 135000 | 1813,68 | 1813,68 | 1817,52 | 1817,52 | 3,84 | 3,84 |
| 145000 | 1808,58 | 1808,58 | 1812,71 | 1812,71 | 4,13 | 4,13 |
| 155000 | 1803,48 | 1803,48 | 1807,89 | 1807,89 | 4,41 | 4,41 |
| 165000 | 1798,38 | 1798,38 | 1803,08 | 1803,08 | 4,7 | 4,7 |
| 175000 | 1793,28 | 1793,28 | 1798,26 | 1798,26 | 4,98 | 4,98 |
| 185000 | 1788,18 | 1788,18 | 1793,43 | 1793,43 | 5,25 | 5,25 |
| 195000 | 1783,08 | 1783,08 | 1788,6 | 1788,59 | 5,52 | 5,51 |
| 205000 | 1777,98 | 1777,98 | 1783,75 | 1783,75 | 5,77 | 5,77 |
| 215000 | 1772,88 | 1772,88 | 1780,11 | 1780,11 | 7,23 | 7,23 |
| 222500 | 1769,06 | 1769,06 | 1777,68 | 1777,67 | 8,62 | 8,61 |
| 227500 | 1766,51 | 1766,51 | 1775,24 | 1775,22 | 8,73 | 8,71 |
| 232500 | 1763,96 | 1763,96 | 1772,78 | 1772,71 | 8,82 | 8,75 |
| 237500 | 1761,41 | 1761,41 | 1770,3 | 1769,9 | 8,89 | 8,49 |
| 242500 | 1758,86 | 1758,86 | 1768 | 1765,66 | 9,14 | 6,8 |
| 247500 | 1756,31 | 1756,31 | 1751,66 | 1754,01 | -4,65 | -2,3 |
| 252500 | 1753,76 | 1753,76 | 1749,37 | 1749,77 | -4,39 | -3,99 |
| 257500 | 1751,21 | 1751,21 | 1746,89 | 1746,96 | -4,32 | -4,25 |
| 262500 | 1748,66 | 1748,66 | 1744,43 | 1744,44 | -4,23 | -4,22 |
| 267500 | 1746,11 | 1746,11 | 1741,99 | 1741,99 | -4,12 | -4,12 |
| 272500 | 1743,55 | 1743,55 | 1739,56 | 1739,56 | -3,99 | -3,99 |
| 277500 | 1741 | 1741 | 1735,91 | 1735,91 | -5,09 | -5,09 |
| 285000 | 1737,18 | 1737,18 | 1731,07 | 1731,07 | -6,11 | -6,11 |
| 295000 | 1732,08 | 1732,08 | 1726,23 | 1726,23 | -5,85 | -5,85 |
| 305000 | 1726,98 | 1726,98 | 1721,41 | 1721,41 | -5,57 | -5,57 |
| 315000 | 1721,87 | 1721,87 | 1716,58 | 1716,58 | -5,29 | -5,29 |
| 325000 | 1716,77 | 1716,77 | 1711,76 | 1711,76 | -5,01 | -5,01 |
| 335000 | 1711,67 | 1711,67 | 1706,95 | 1706,95 | -4,72 | -4,72 |
| 345000 | 1706,57 | 1706,57 | 1702,14 | 1702,14 | -4,43 | -4,43 |
| 355000 | 1701,47 | 1701,47 | 1697,32 | 1697,32 | -4,15 | -4,15 |
| 365000 | 1696,37 | 1696,37 | 1692,51 | 1692,51 | -3,86 | -3,86 |
| 375000 | 1691,26 | 1691,26 | 1687,71 | 1687,71 | -3,55 | -3,55 |
| 385000 | 1686,16 | 1686,16 | 1682,9 | 1682,9 | -3,26 | -3,26 |
| 395000 | 1681,06 | 1681,06 | 1678,09 | 1678,09 | -2,97 | -2,97 |
| 405000 | 1675,95 | 1675,95 | 1673,28 | 1673,28 | -2,67 | -2,67 |
| 415000 | 1670,85 | 1670,85 | 1668,48 | 1668,48 | -2,37 | -2,37 |
| 425000 | 1665,75 | 1665,75 | 1663,67 | 1663,67 | -2,08 | -2,08 |
| 435000 | 1660,64 | 1660,64 | 1658,86 | 1658,86 | -1,78 | -1,78 |
| 445000 | 1655,54 | 1655,54 | 1654,05 | 1654,05 | -1,49 | -1,49 |
| 455000 | 1650,43 | 1650,43 | 1649,24 | 1649,24 | -1,19 | -1,19 |
| 465000 | 1645,33 | 1645,33 | 1644,44 | 1644,44 | -0,89 | -0,89 |
| 475000 | 1640,22 | 1640,22 | 1639,63 | 1639,63 | -0,59 | -0,59 |
| 485000 | 1635,11 | 1635,11 | 1634,81 | 1634,81 | -0,3 | -0,3 |
| 495000 | 1630 | 1630 | 1630 | 1630 | 0 | 0 |



Piezometro S21Pz17 - Simulazione 17 - Stato di fatto ($K=2.42 \times 10^{-6} \text{ m/s}$)

Figura 60 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione

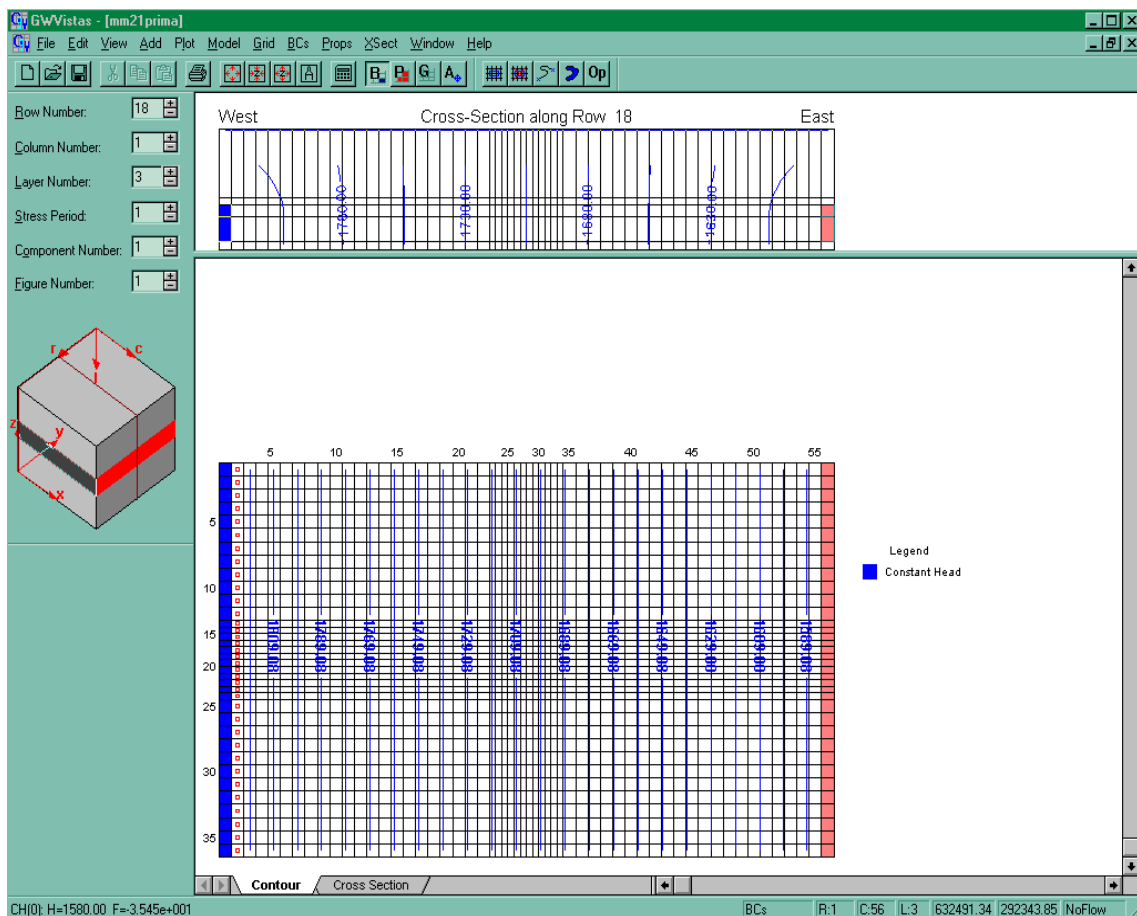


Figura 61 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in sezione

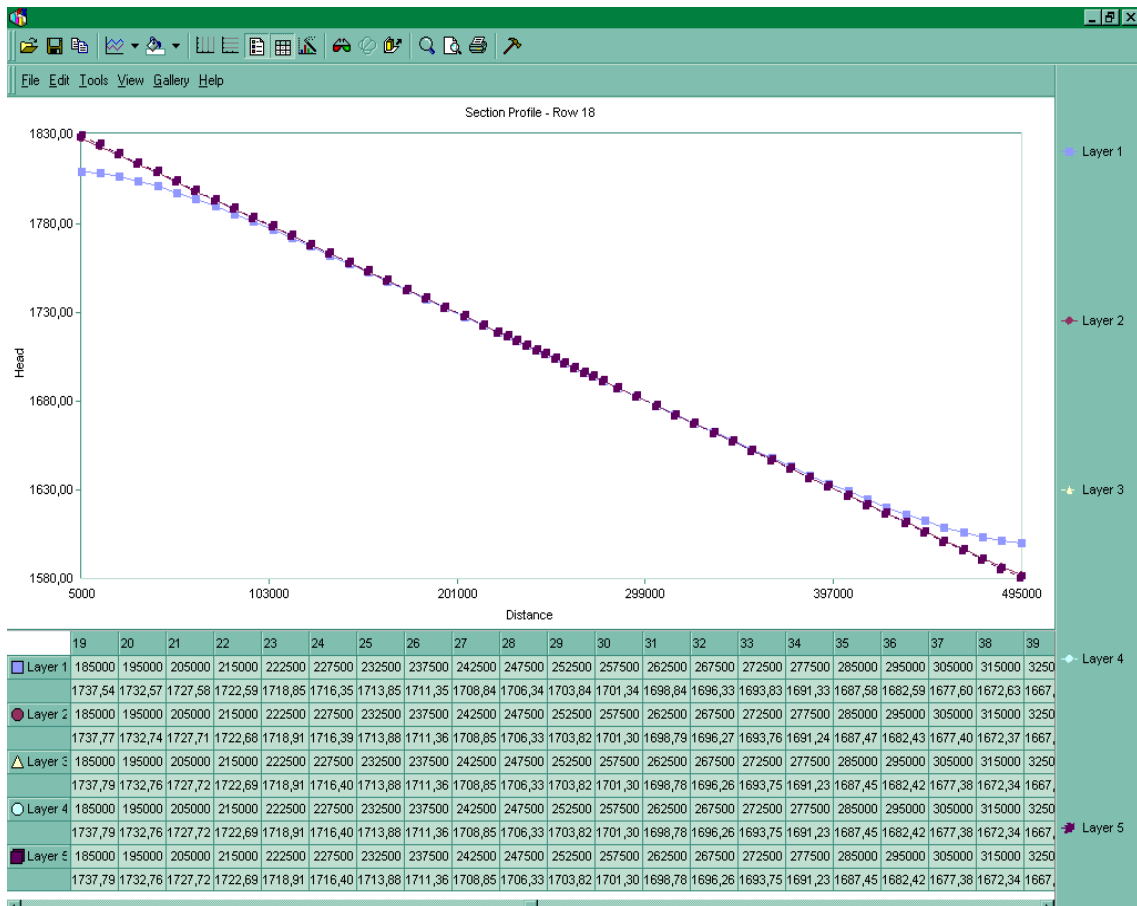
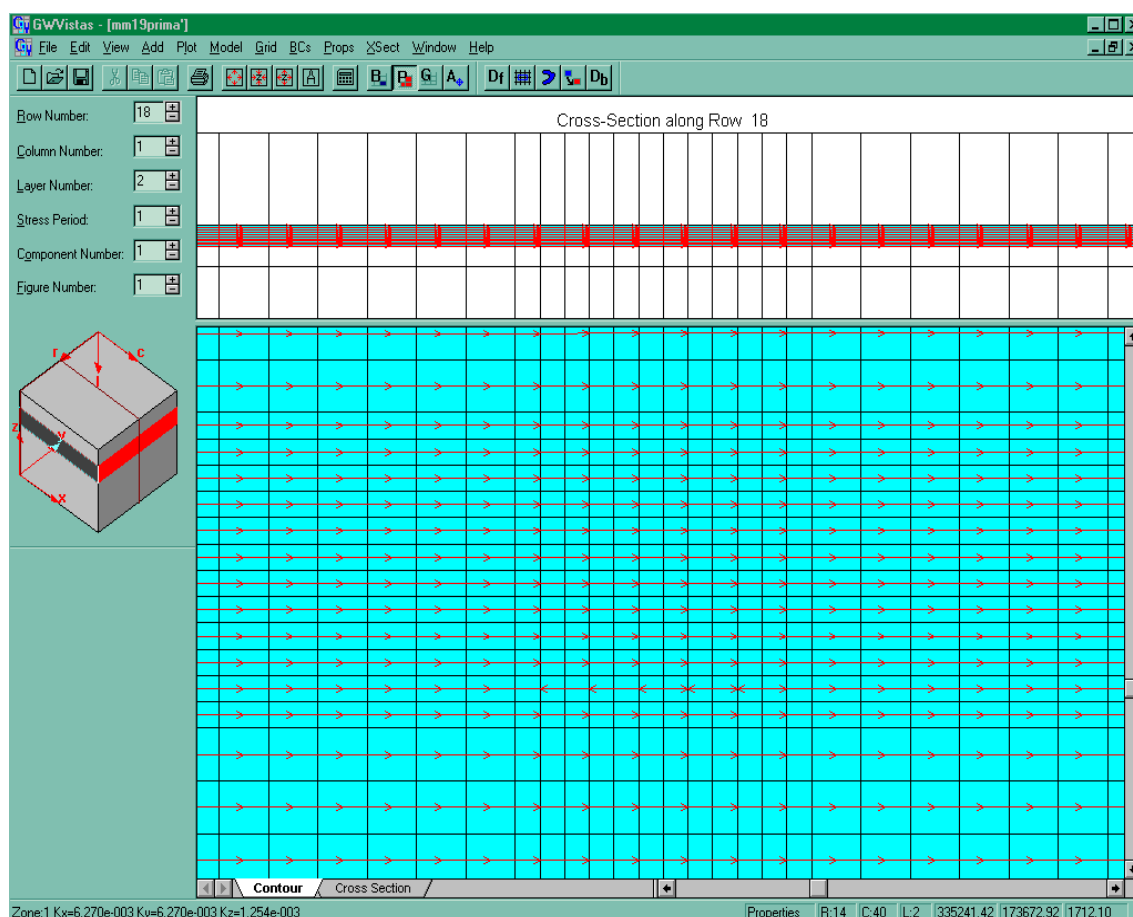


Figura 62 - Simulazione delle linee di flusso, in pianta e sezione



Simulazione 18 - Stato di fatto ($K=1.95 \times 10^{-6} \text{ m/s}$)

Figura 63 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in pianta e sezione

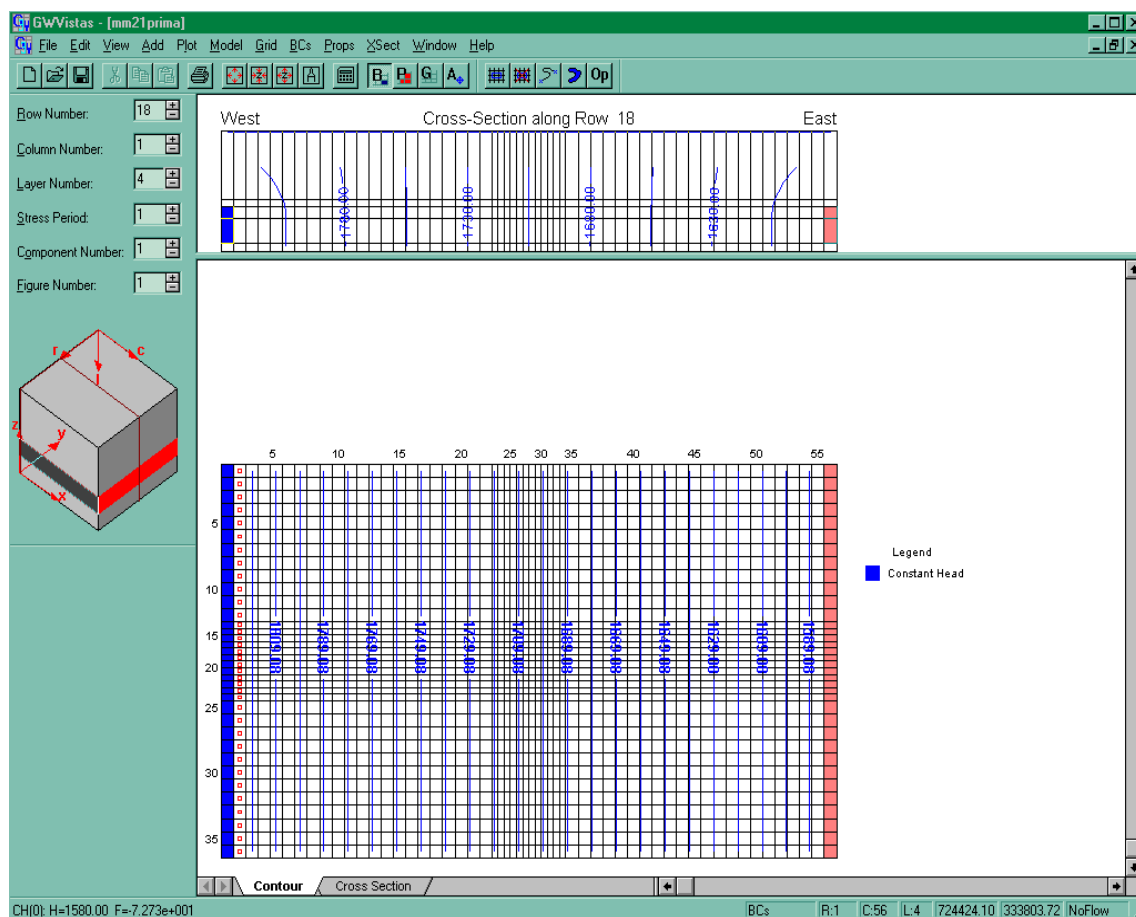
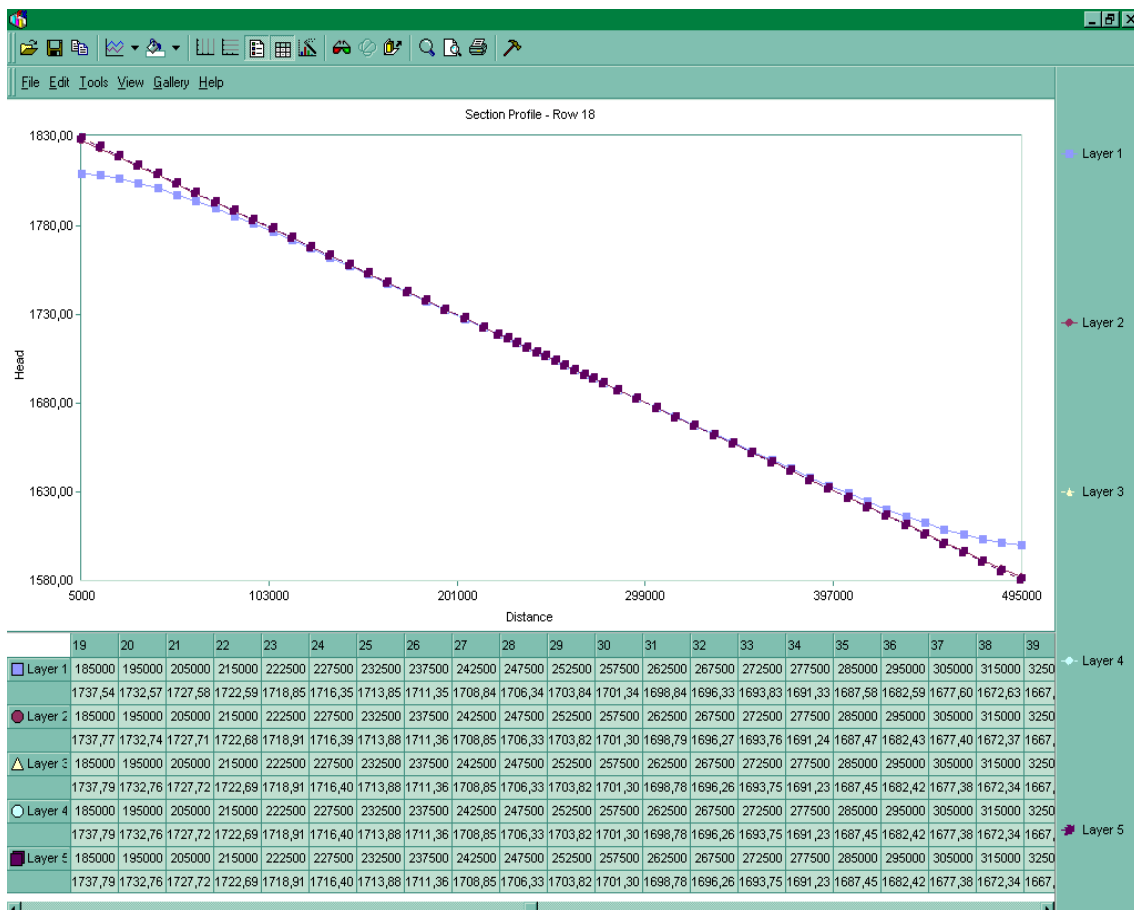


Figura 64 - Andamento delle isopieze nello stato di fatto, in sezione



Simulazione 19 - Stato di progetto ($K=2.42 \times 10^{-6} \text{ m/s}$)

Figura 65 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in pianta e sezione

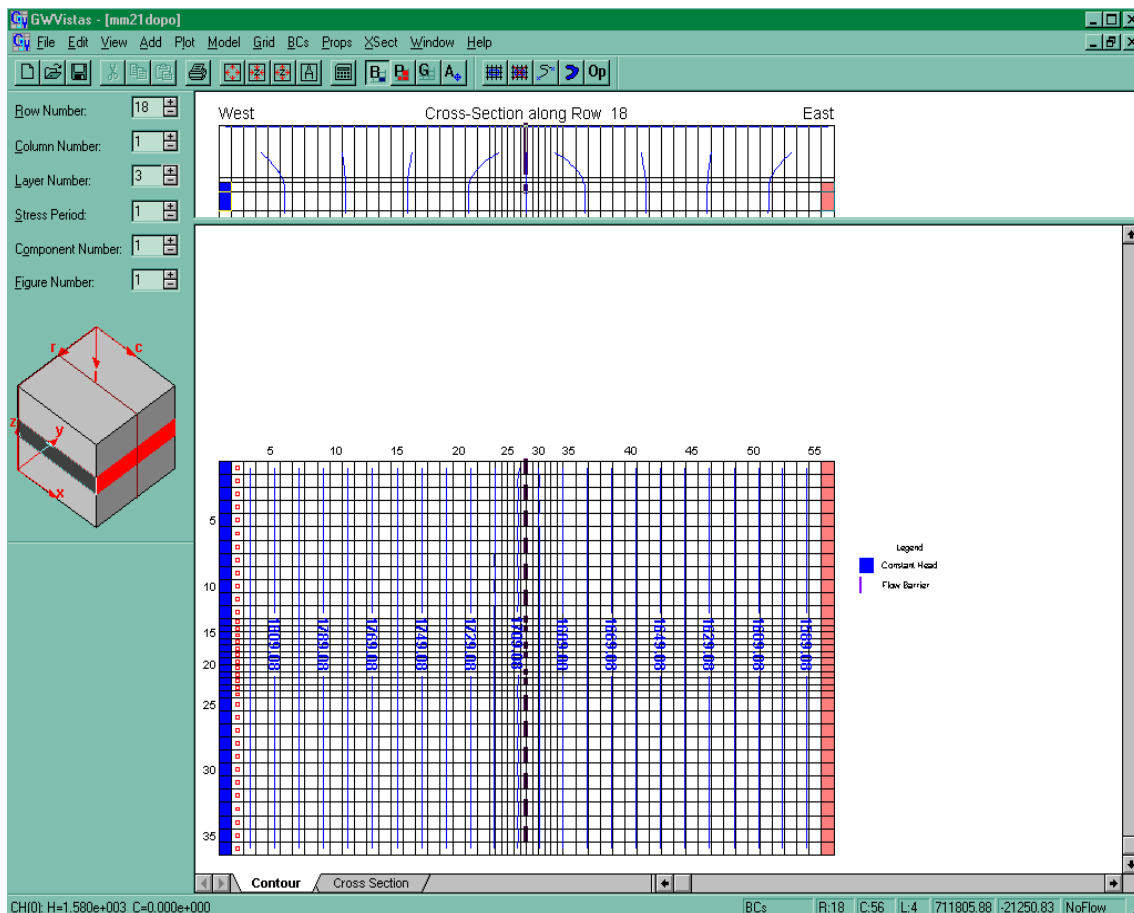


Figura 66 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in sezione

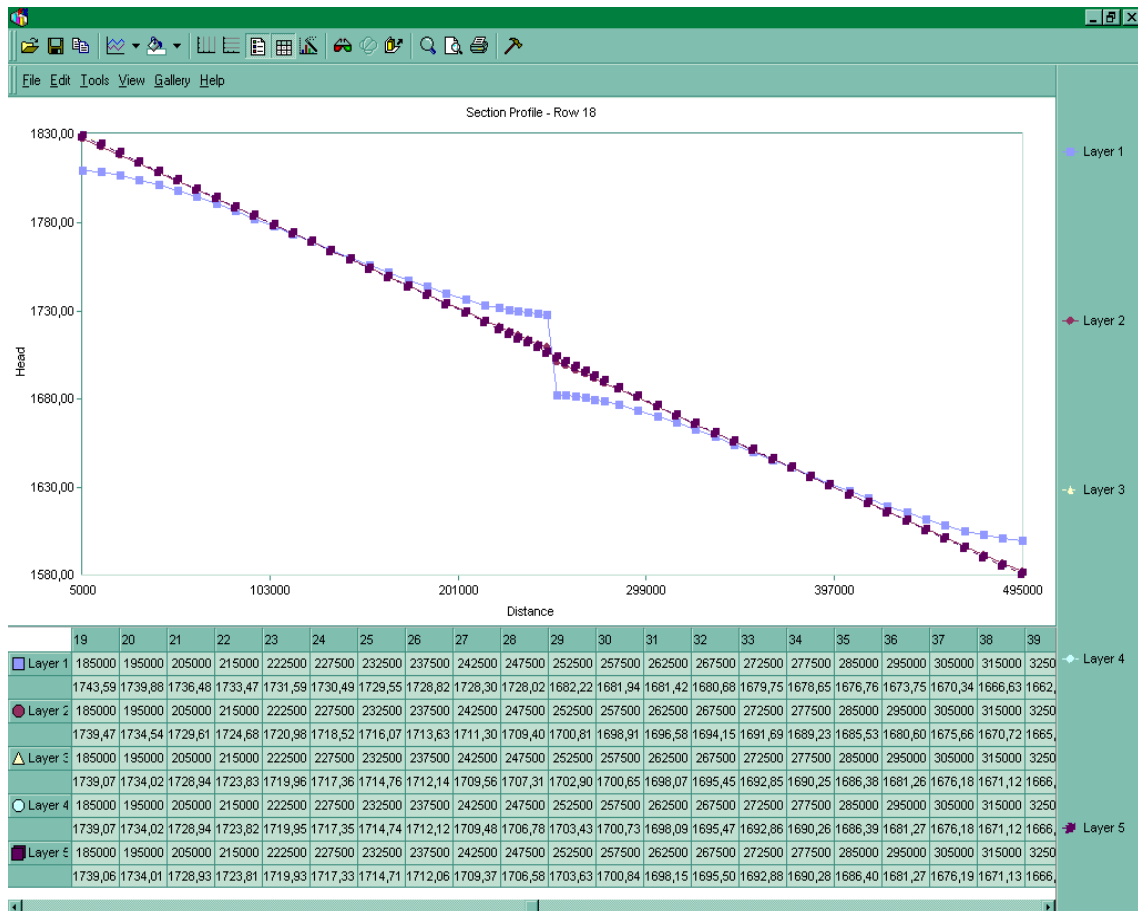


Figura 67 - Simulazione dei vettori di velocità nello stato di progetto, in pianta e sezione

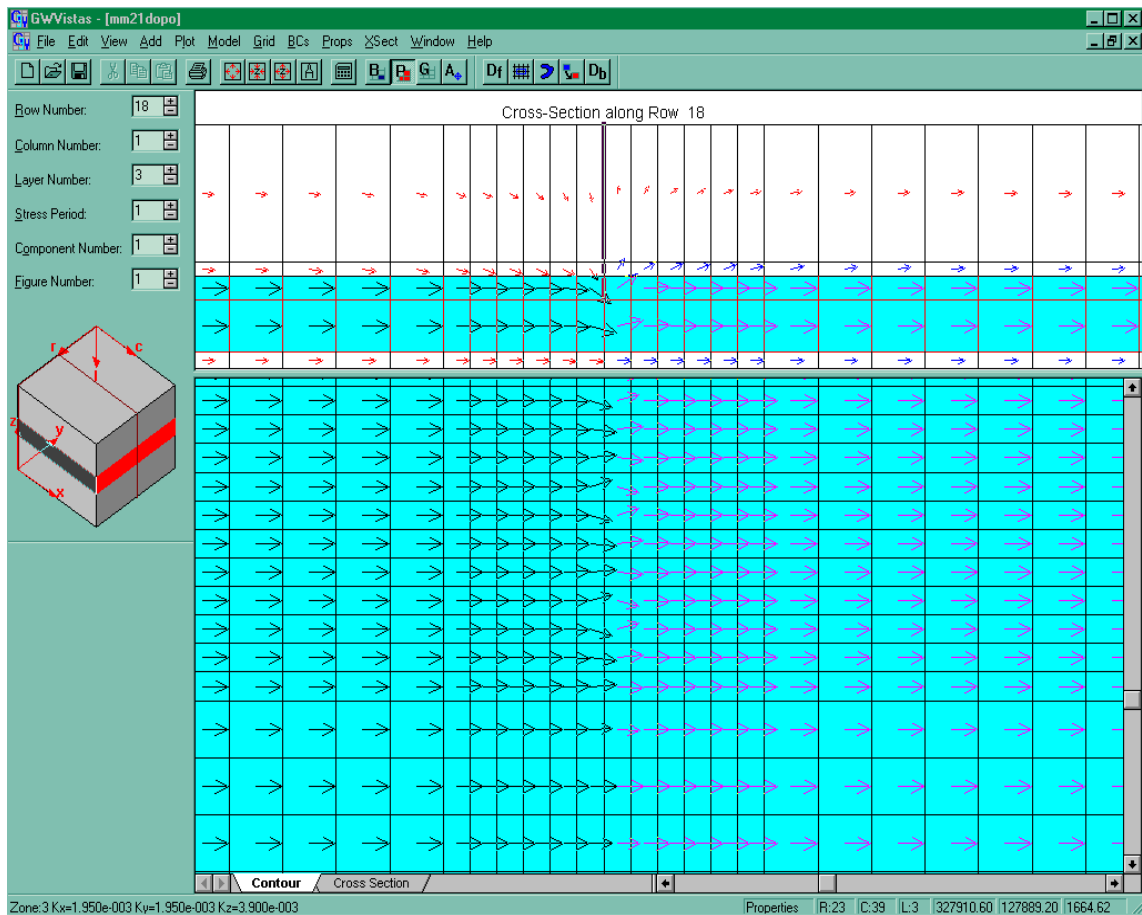


Figura 68 - Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in pianta e sezione

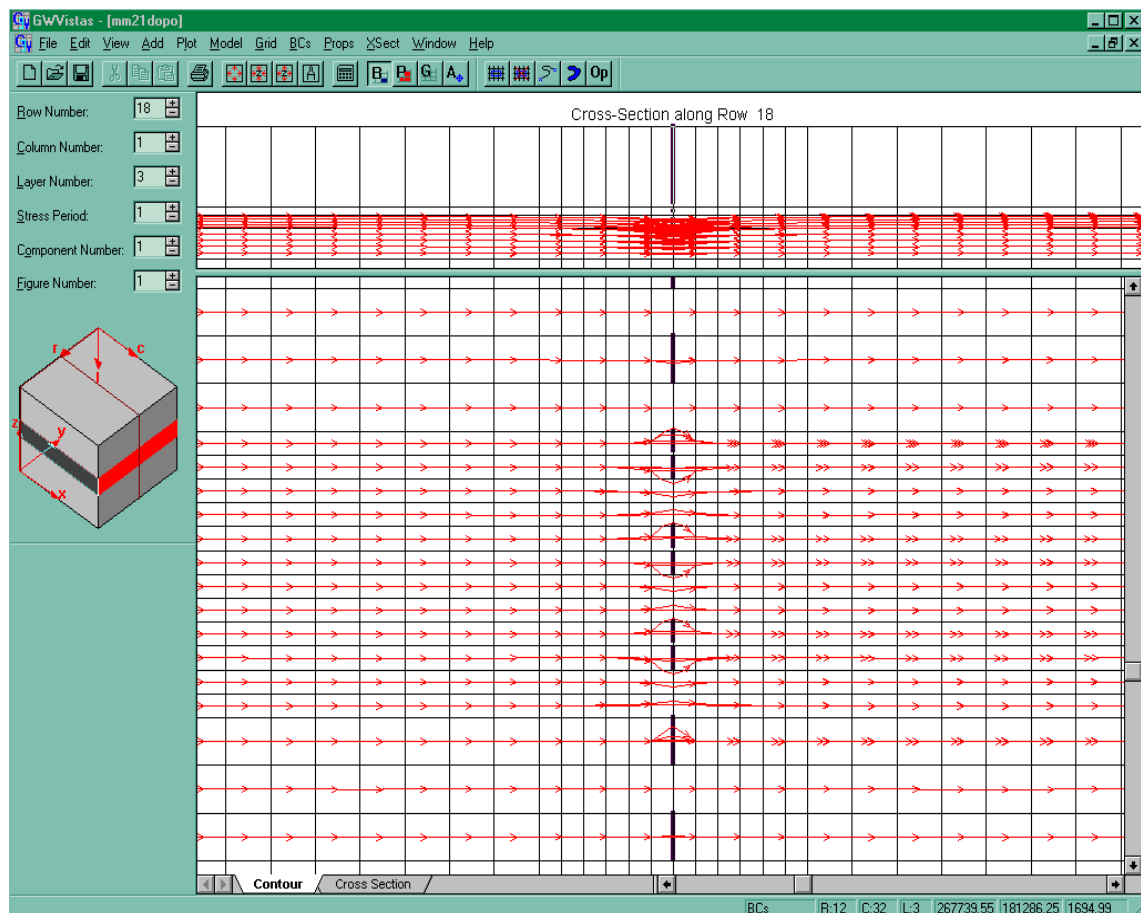
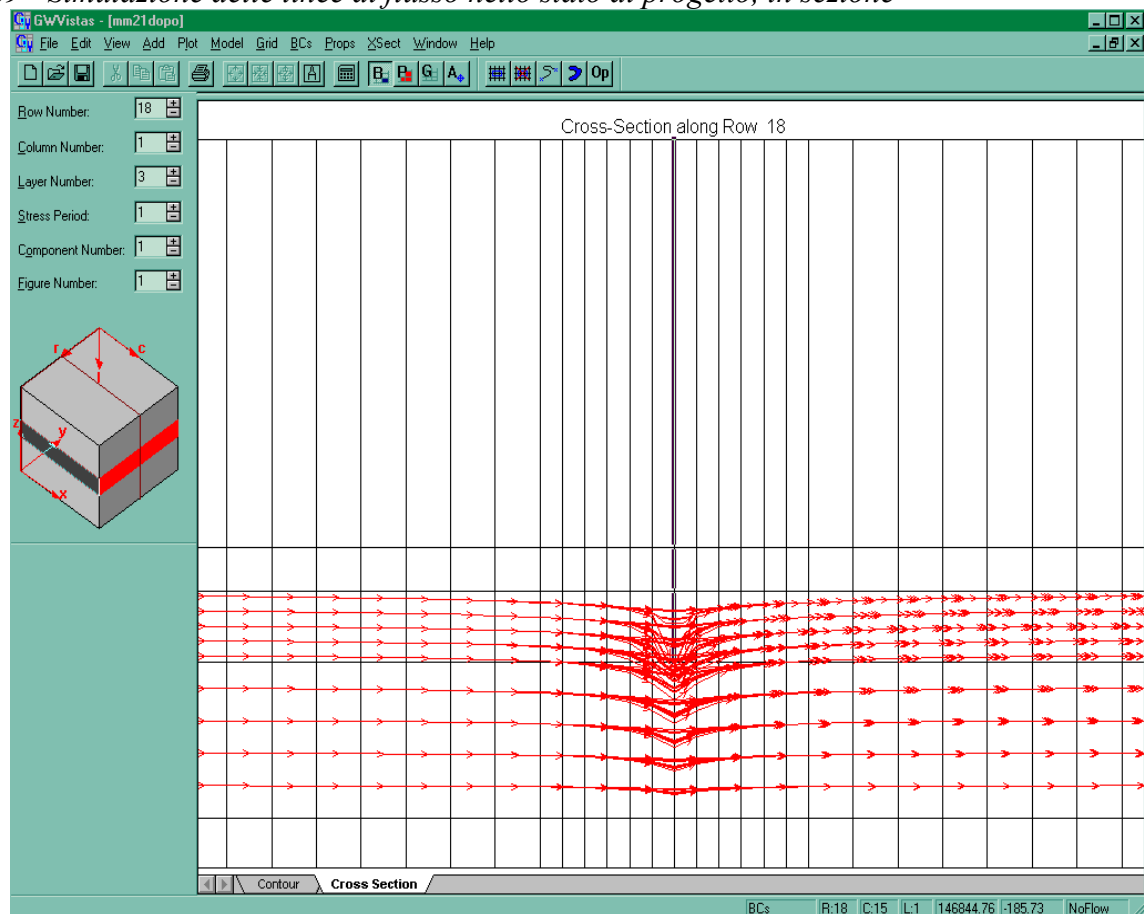


Figura 69 - Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in sezione



Simulazione 20 - Stato di progetto ($K=1.95 \times 10^{-6} \text{ m/s}$)

Figura 70 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in pianta e sezione

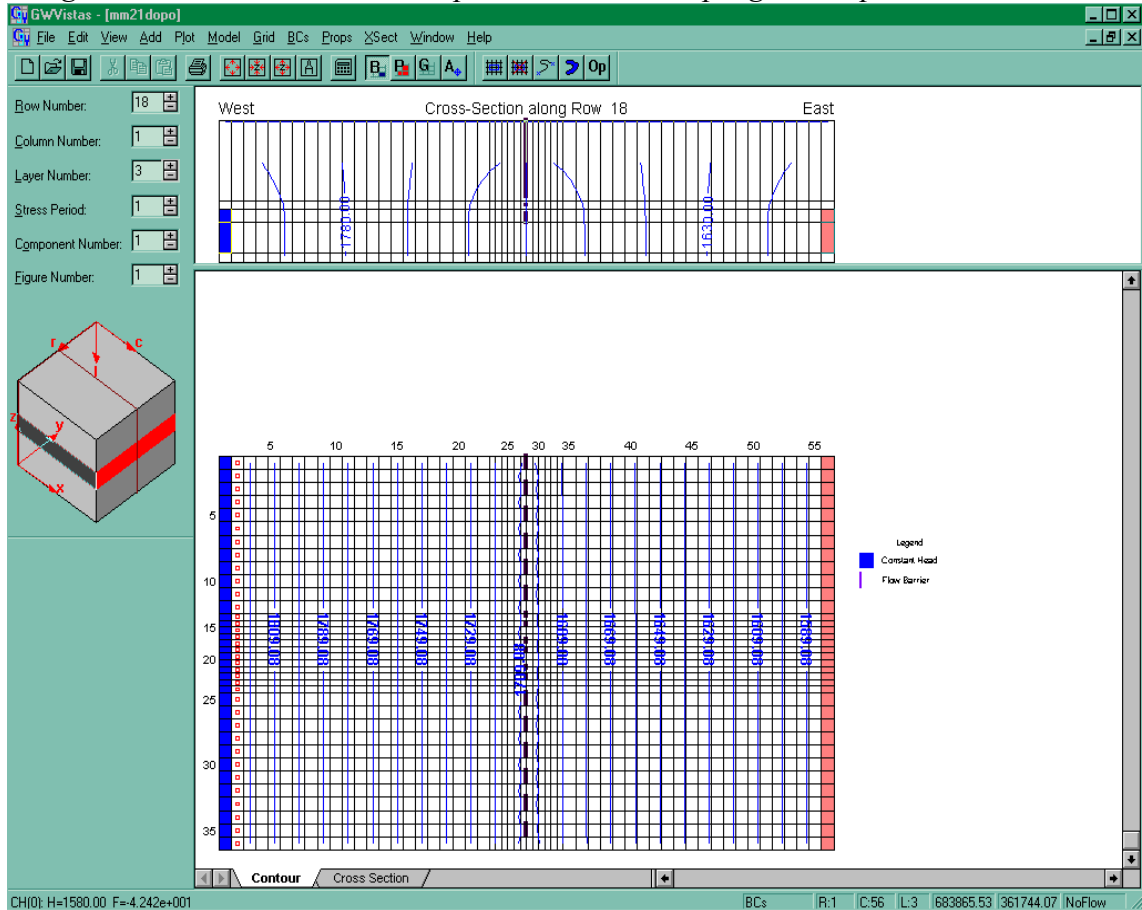


Figura 71 – Andamento delle isopieze nello stato di progetto, in sezione

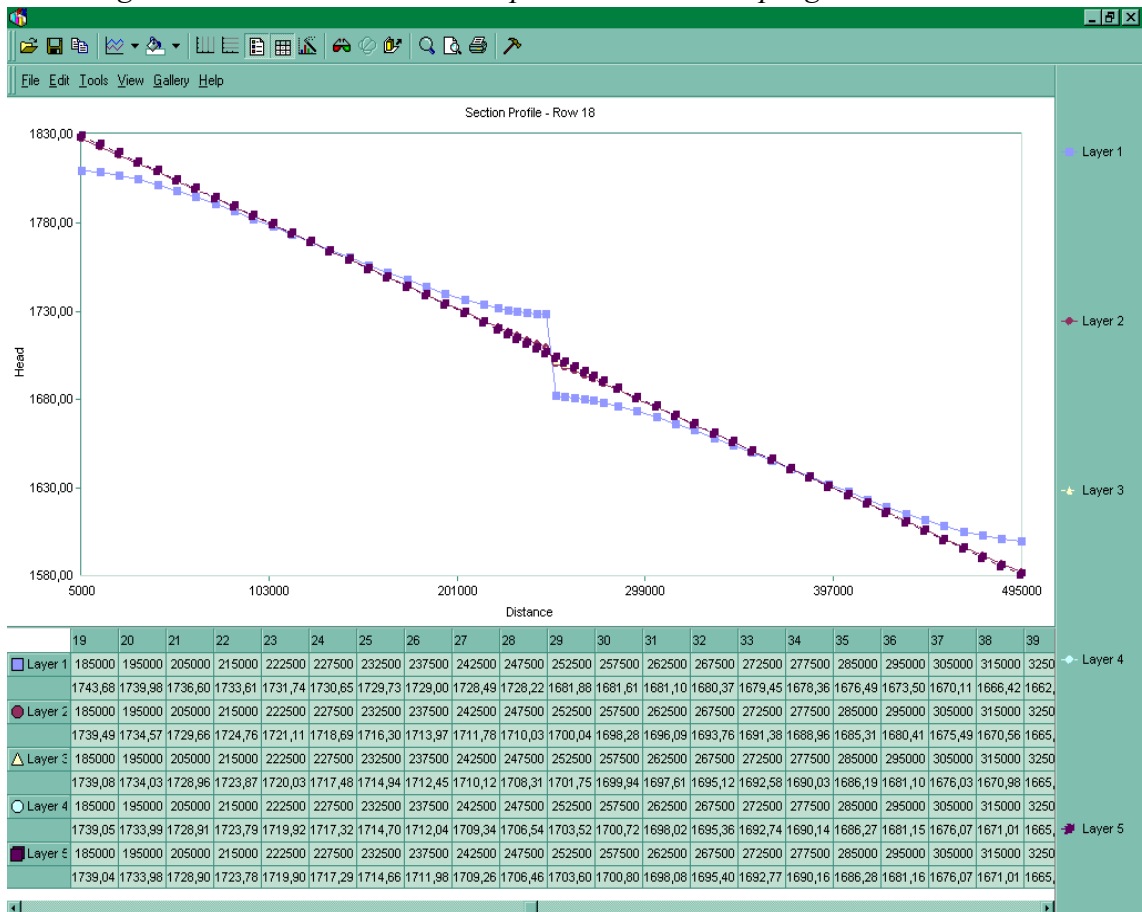


Figura 72 - Simulazione dei vettori di velocità nello stato di progetto, in pianta e sezione

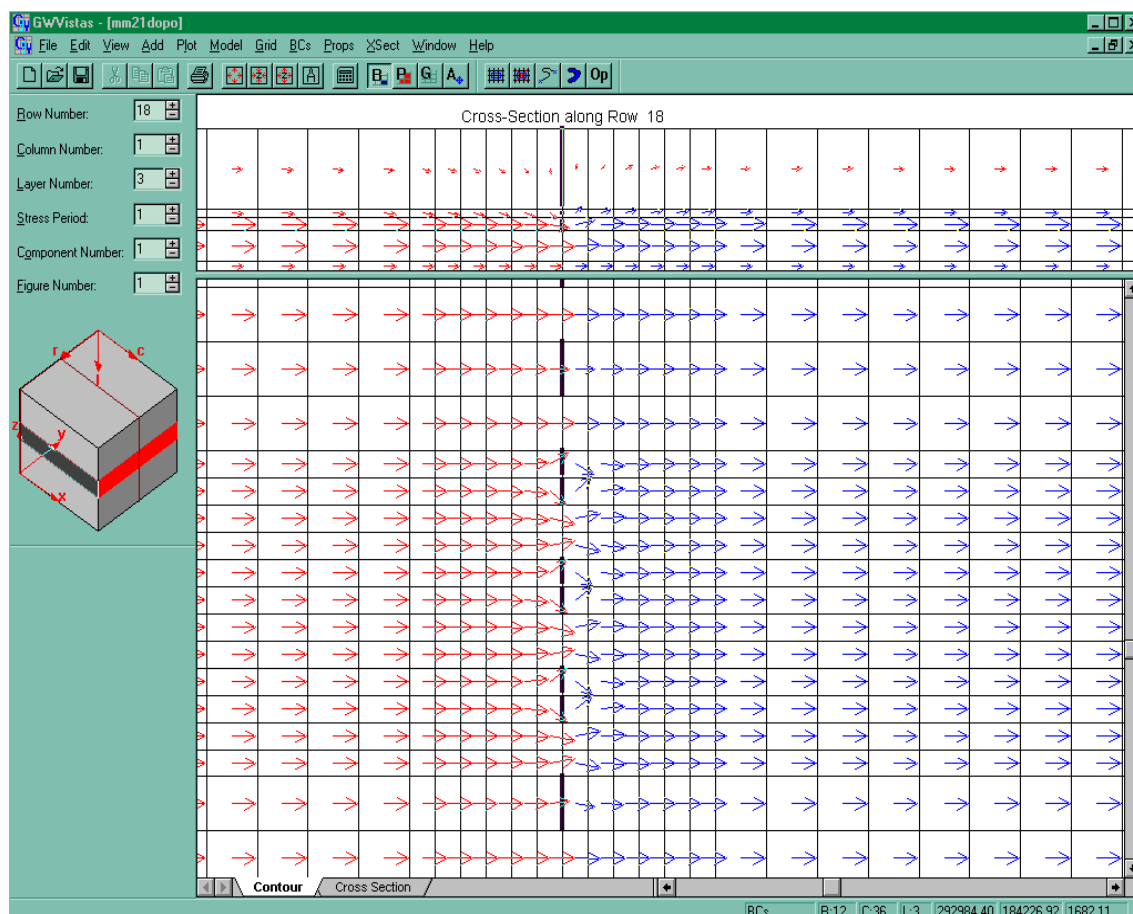


Figura 73 - Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in pianta e sezione

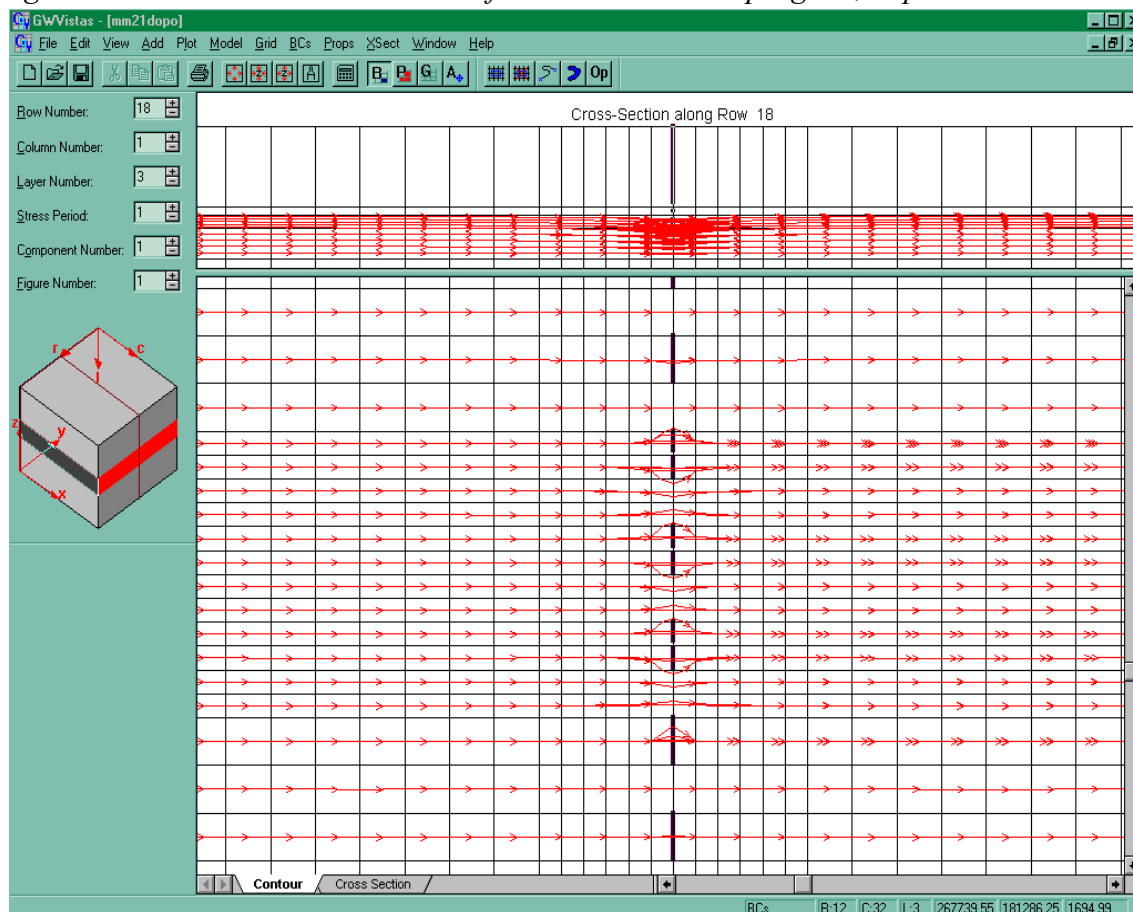


Figura 74 - Simulazione delle linee di flusso nello stato di progetto, in sezione

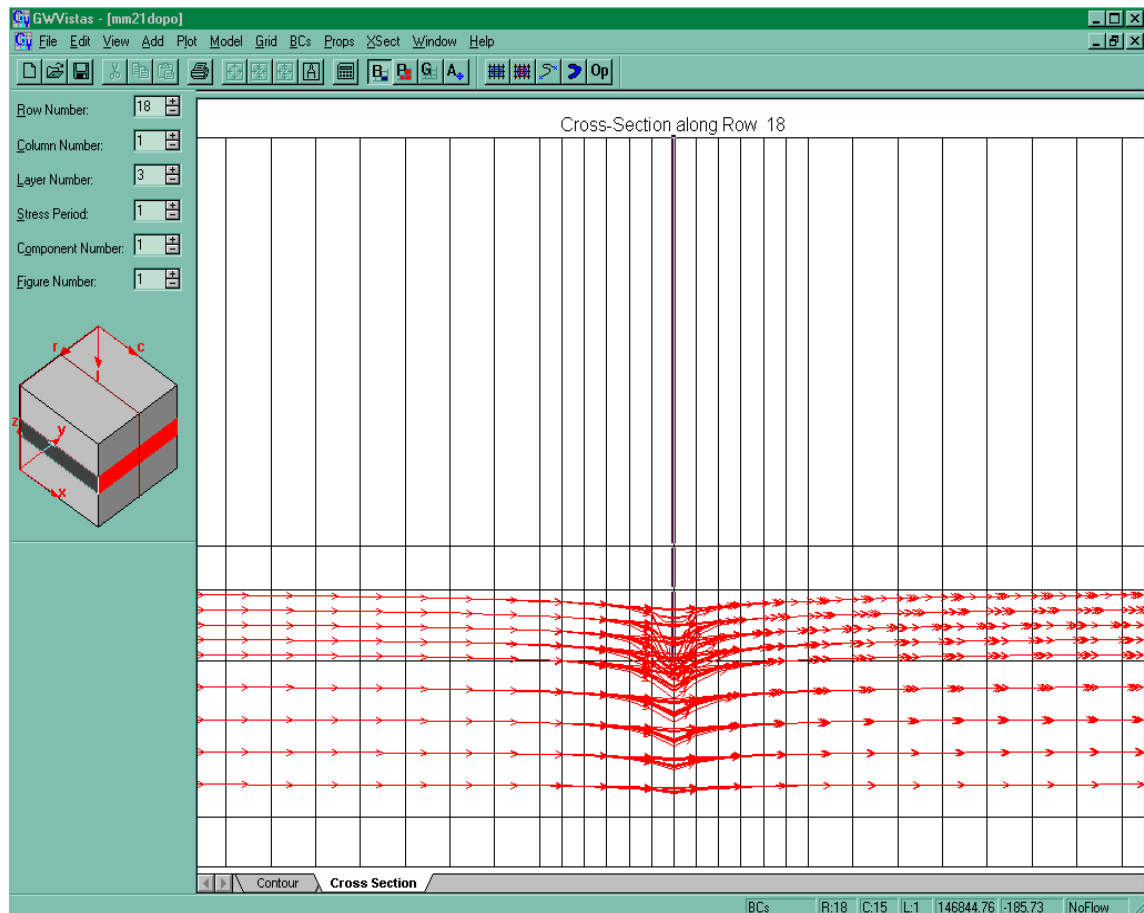


Tabella risultati simulazioni 17 e 19

| k=2.42e-6m/s | Simulazione 17 | Simulazione 19 | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| dist(mm) | livello(mm) | livello(mm) | Differenze(mm) |
| 5000 | 1830 | 1830 | 0 |
| 15000 | 1824,6 | 1824,69 | 0,09 |
| 25000 | 1819,32 | 1819,5 | 0,18 |
| 35000 | 1814,1 | 1814,37 | 0,27 |
| 45000 | 1808,92 | 1809,27 | 0,35 |
| 55000 | 1803,77 | 1804,21 | 0,44 |
| 65000 | 1798,64 | 1799,16 | 0,52 |
| 75000 | 1793,53 | 1794,13 | 0,6 |
| 85000 | 1788,43 | 1789,12 | 0,69 |
| 95000 | 1783,35 | 1784,11 | 0,76 |
| 105000 | 1778,27 | 1779,11 | 0,84 |
| 115000 | 1773,21 | 1774,12 | 0,91 |
| 125000 | 1768,14 | 1769,12 | 0,98 |
| 135000 | 1763,08 | 1764,13 | 1,05 |
| 145000 | 1758,03 | 1759,13 | 1,1 |
| 155000 | 1752,97 | 1754,13 | 1,16 |
| 165000 | 1747,92 | 1749,12 | 1,2 |
| 175000 | 1742,87 | 1744,11 | 1,24 |
| 185000 | 1737,82 | 1739,08 | 1,26 |
| 195000 | 1732,78 | 1734,03 | 1,25 |
| 205000 | 1727,73 | 1728,96 | 1,23 |
| 215000 | 1722,68 | 1723,87 | 1,19 |
| 222500 | 1718,9 | 1720,03 | 1,13 |
| 227500 | 1716,38 | 1717,48 | 1,1 |
| 232500 | 1713,85 | 1714,94 | 1,09 |
| 237500 | 1711,33 | 1712,45 | 1,12 |
| 242500 | 1708,81 | 1710,12 | 1,31 |
| 247500 | 1706,29 | 1708,31 | 2,02 |
| 252500 | 1703,76 | 1701,75 | -2,01 |
| 257500 | 1701,24 | 1699,94 | -1,3 |
| 262500 | 1698,72 | 1697,61 | -1,11 |
| 267500 | 1696,19 | 1695,12 | -1,07 |
| 272500 | 1693,67 | 1692,58 | -1,09 |
| 277500 | 1691,15 | 1690,03 | -1,12 |
| 285000 | 1687,36 | 1686,19 | -1,17 |
| 295000 | 1682,31 | 1681,1 | -1,21 |
| 305000 | 1677,27 | 1676,03 | -1,24 |
| 315000 | 1672,22 | 1670,98 | -1,24 |
| 325000 | 1667,17 | 1665,95 | -1,22 |
| 335000 | 1662,12 | 1660,93 | -1,19 |
| 345000 | 1657,06 | 1655,92 | -1,14 |
| 355000 | 1652,01 | 1650,91 | -1,1 |
| 365000 | 1646,95 | 1645,91 | -1,04 |
| 375000 | 1641,89 | 1640,91 | -0,98 |
| 385000 | 1636,82 | 1635,92 | -0,9 |
| 395000 | 1631,75 | 1630,92 | -0,83 |
| 405000 | 1626,67 | 1625,92 | -0,75 |
| 415000 | 1621,58 | 1620,91 | -0,67 |
| 425000 | 1616,49 | 1615,89 | -0,6 |
| 435000 | 1611,37 | 1610,86 | -0,51 |
| 445000 | 1606,24 | 1605,81 | -0,43 |
| 455000 | 1601,09 | 1600,74 | -0,35 |
| 465000 | 1595,91 | 1595,64 | -0,27 |
| 475000 | 1590,68 | 1590,51 | -0,17 |
| 485000 | 1585,4 | 1585,31 | -0,09 |
| 495000 | 1580 | 1580 | 0 |

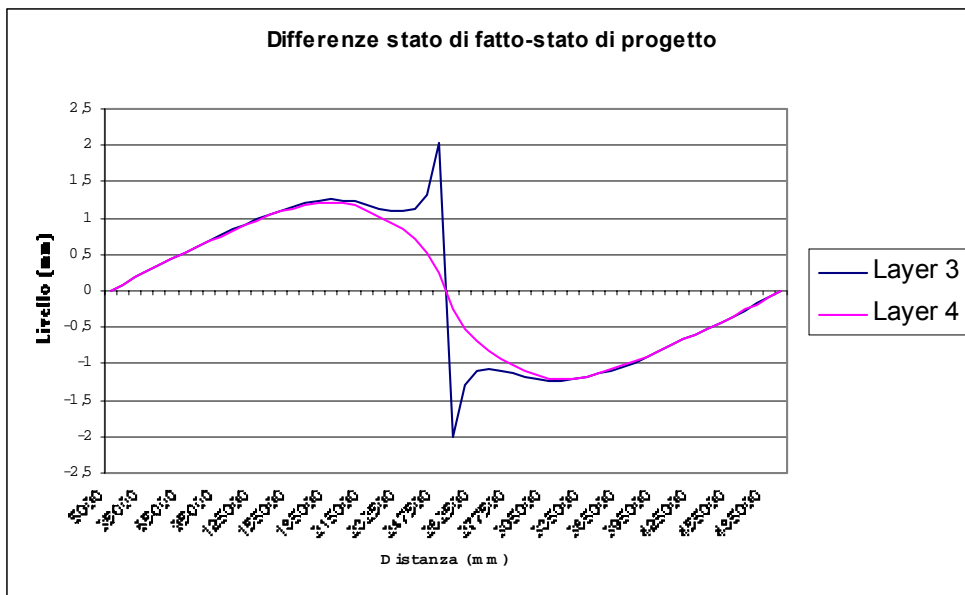


Tabella risultati simulazioni 18 e 20

| k=1.95e-6m/s | Simulazione 18 | Simulazione 20 | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| dist(mm) | livello(mm) | livello(mm) | Differenze(mm) |
| 5000 | 1830 | 1830 | 0 |
| 15000 | 1824,58 | 1824,68 | 0,1 |
| 25000 | 1819,27 | 1819,46 | 0,19 |
| 35000 | 1814,02 | 1814,3 | 0,28 |
| 45000 | 1808,81 | 1809,19 | 0,38 |
| 55000 | 1803,65 | 1804,12 | 0,47 |
| 65000 | 1798,51 | 1799,07 | 0,56 |
| 75000 | 1793,4 | 1794,04 | 0,64 |
| 85000 | 1788,3 | 1789,03 | 0,73 |
| 95000 | 1783,22 | 1784,03 | 0,81 |
| 105000 | 1778,15 | 1779,04 | 0,89 |
| 115000 | 1773,09 | 1774,05 | 0,96 |
| 125000 | 1768,03 | 1769,07 | 1,04 |
| 135000 | 1762,99 | 1764,09 | 1,1 |
| 145000 | 1757,94 | 1759,1 | 1,16 |
| 155000 | 1752,9 | 1754,11 | 1,21 |
| 165000 | 1747,86 | 1749,11 | 1,25 |
| 175000 | 1742,82 | 1744,1 | 1,28 |
| 185000 | 1737,79 | 1739,07 | 1,28 |
| 195000 | 1732,76 | 1734,02 | 1,26 |
| 205000 | 1727,72 | 1728,94 | 1,22 |
| 215000 | 1722,69 | 1723,83 | 1,14 |
| 222500 | 1718,91 | 1719,96 | 1,05 |
| 227500 | 1716,4 | 1717,36 | 0,96 |
| 232500 | 1713,88 | 1714,76 | 0,88 |
| 237500 | 1711,36 | 1712,14 | 0,78 |
| 242500 | 1708,85 | 1709,56 | 0,71 |
| 247500 | 1706,33 | 1707,31 | 0,98 |
| 252500 | 1703,82 | 1702,9 | -0,92 |
| 257500 | 1701,3 | 1700,65 | -0,65 |
| 262500 | 1698,78 | 1698,07 | -0,71 |
| 267500 | 1696,26 | 1695,45 | -0,81 |
| 272500 | 1693,75 | 1692,85 | -0,9 |
| 277500 | 1691,23 | 1690,25 | -0,98 |
| 285000 | 1687,45 | 1686,38 | -1,07 |
| 295000 | 1682,42 | 1681,26 | -1,16 |
| 305000 | 1677,38 | 1676,18 | -1,2 |
| 315000 | 1672,34 | 1671,12 | -1,22 |
| 325000 | 1667,3 | 1666,08 | -1,22 |
| 335000 | 1662,26 | 1661,07 | -1,19 |
| 345000 | 1657,22 | 1656,06 | -1,16 |
| 355000 | 1652,17 | 1651,06 | -1,11 |
| 365000 | 1647,12 | 1646,06 | -1,06 |
| 375000 | 1642,06 | 1641,07 | -0,99 |
| 385000 | 1637 | 1636,08 | -0,92 |
| 395000 | 1631,93 | 1631,08 | -0,85 |
| 405000 | 1626,86 | 1626,08 | -0,78 |
| 415000 | 1621,77 | 1621,07 | -0,7 |
| 425000 | 1616,66 | 1616,05 | -0,61 |
| 435000 | 1611,54 | 1611,01 | -0,53 |
| 445000 | 1606,39 | 1605,95 | -0,44 |
| 455000 | 1601,22 | 1600,86 | -0,36 |
| 465000 | 1596,01 | 1595,73 | -0,28 |
| 475000 | 1590,75 | 1590,56 | -0,19 |
| 485000 | 1585,42 | 1585,33 | -0,09 |
| 495000 | 1580 | 1580 | 0 |

