

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI *FEDERICO II*



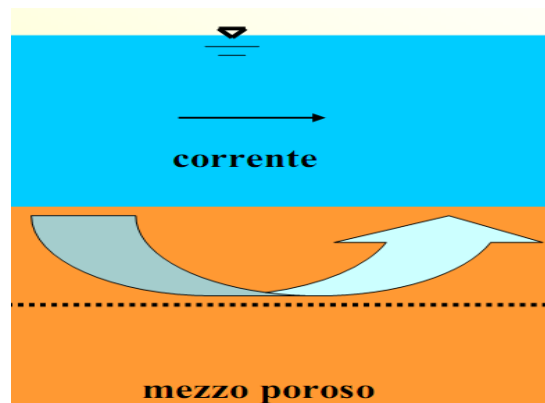
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA IDRAULICA, GEOTECNICA ED AMBIENTALE

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

TESI DI LAUREA

LA ZONA IPOREICA: ANALISI DELL'INTERAZIONE IDRODINAMICA
TRA UNA CORRENTE IDRICA E UN MEZZO POROSO



RELATORE

prof. Ing. Carlo Gualtieri

CANDIDATE

Debora Ciaramella matr. 49/31
Ilaria Ciaramella matr. 49/30

SINTESI

La zona iporeica è definita come il volume del mezzo poroso dove c'è mescolanza di acque superficiali e acque sotteranee .

Questo studio inizia con lo sviluppo di un modello di stoccaggio temporaneo migliorato per spiegare la fisica di scambio di acqua tra corrente e zona iporeica.

Il modello di stoccaggio esistente , introdotto da Bencala e Walters venti anni fa, consiste di un canale e di una zona di stoccaggio .

Esso è una rappresentazione empirica di stoccaggio superficiale e di zona iporeica , dato che sono considerati insieme come un'unica zona di stoccaggio.

Allora , per rappresentare i processi della zona iporeica con un modello più fisicamente realistico si includono i processi dell'advezione e dispersione nella zona di stoccaggio temporaneo e si considera la zona iporeica come un mezzo poroso di transizione dall'acqua superficiale all'acqua sotterranea.

Il modello così migliorato, è utilizzato per risolvere un problema ipotetico, per dimostrarne la sua efficacia.

Infine , viene simulato l'esperimento di Uvas Creek condotto con del soluto conservativo.

I risultati delle simulazioni sono, poi, comparati ai dati osservati nell'esperimento, e ai risultati ottenuti dall'applicazione di Otis che usa il modello di stoccaggio temporaneo esistente .

Dal confronto tra il modello esistente e il modello migliorato si nota che i risultati di quest'ultimo sono in migliore accordo ai dati osservati dall'esperimento di Uvas Creek.

Il nuovo modello presentato può essere incorporato nei cosiddetti modelli idrodinamici.

Per studiare le interazioni idrodinamiche fondamentali tra il flusso laminare unidirezionale nella colonna d'acqua sopra i bedforms triangolari con la corrente del poroso nei sedimenti di fondo permeabili, sono usate simulazioni del flusso accoppiato bidimensionale.

Sono esaminati due casi:

Un primo caso, dove il limite inferiore del dominio poroso è considerato impermeabile ed un secondo, nel quale c'è un afflusso di acque sotterranea q_{bas} verso l' alto dal limite inferiore del dominio poroso.

In entrambi i casi , sono assunti il flusso laminare nella colonna d'acqua e flusso darciano del mezzo poroso nei sedimenti di fondo.

Per modellare numericamente il flusso in due dimensioni è adoperato FEMLAB, un software della multifisica.

Il codice risolve le equazioni di NS e di continuità per fluido incomprimibile governanti la colonna d'acqua e le equazioni del flusso delle acque sotterranee governanti il letto poroso.

Il letto poroso è governato infatti, dalla combinazione della legge di Darcy e dall'equazione di continuità per fluido incomprimibile in un mezzo poroso non deformabile.

L'accoppiamento tra una colonna d'acqua e il flusso della zona di scambio è controllato dal comportamento del vortice della colonna d'acqua.

Infatti, quando la dimensione del vortice L_v , cioè la lunghezza, cresce con un aumento di Re , lo stesso comportamento è osservato per la profondità della zona di scambio (dz).

Inoltre, il vortice e le pressioni di fondo relative determinano il campo di flusso nei sedimenti.

Infatti, il vortice si distacca dalla SWI vicino al punto di minima pressione locale (p_{min}) e si riattacca vicino al punto di massima pressione (p_{max}).

Queste due pressioni critiche determinano il gradiente di massima pressione lungo l'interfaccia che controlla il campo di flusso della zona di scambio.

Le simulazioni mostrano anche che la posizione del punto di riattacco del vortice corrisponde al punto in cui il flusso si divide dentro i sedimenti.

Le simulazioni sono state condotte per determinare le relazioni fondamentali tra la geometria del bedform, il numero di Reynolds (Re) per la colonna d'acqua, la profondità della zona di scambio (dz) nei sedimenti e il flusso attraverso la SWI (q_{int}).

Nel primo caso, cioè quando non c'è afflusso di acqua sotterranea (AGD è assente), la relazione funzionale tra il numero di Reynolds e la profondità della IEZ (dz) è descritta dal modello di Michalis Menten.

Tale modello esprime con una singola curva asintotica crescente la dipendenza della profondità adimensionalizzata dz con Re per una serie di gradi di inclinazione diversi di una duna.

Nel secondo caso, cioè quando è presente un afflusso di acqua sotterranea (AGD), il modello di MM non è più adatto a causa degli effetti del Re critico e viene modificato al più generale modello di Morgan Mercer Flodin.

Quando è presente un afflusso basale, la crescita rapida di dz/L è attenuata rispetto al caso di assenza dell'AGD e c'è un Re critico sotto il quale la IEZ non si forma e i sedimenti sono completamente riempiti dall'afflusso basale delle acque sotterranee.

Sopra invece questo valore, l'IEZ diventa più profonda con l'aumentare di Re .

Inoltre, le curve di MMF mostrano che quando AGD aumenta (aumentando q_{bas}^), la profondità della zona di scambio interfacciale (dz/L) diminuisce.*

Quindi come il flusso basale aumenta il volume della IEZ diminuisce e rimane più o meno centrato intorno al punto di riattacco del vortice.

Infine, un ultimo caso considerato, è lo scambio attraverso un'interfaccia sedimento –acqua sempre in presenza di AGD, ma con flusso turbolento della colonna d'acqua.

Quest' ultimo è governato dalle equazioni di NAVIER-STOKES MEDIANE ALLA REYNOLDS.

Lo studio ha dimostrato che, sebbene profondità, flussi, e tempi di residenza per la IEZ sono simili sia nel caso di AGD verso l'alto che di AGD verso il basso , i modelli spaziali dell'IEZ sono molto diversi nei due casi.

Infatti, per l'AGD verso il basso la IEZ si forma attorno la minima pressione alla cresta e, quindi, non è più centrato in prossimità della massima pressione di fondo (AGD verso l'alto).

BIBLIOGRAFIA

Cevza Melek Kazezyilmaz -Alhan, Miguel A. Medina Jr., stream solute transport incorporating hyporheic zone processes , 2006.

M.Bayani Cardenas,J.L.Wilson, hydrodynamics of coupled flow above and below a sediment-water interface with triangular bedforms, 2006.

M.Bayani Cardenas,J.L.Wilson, the influence of ambient groundwater discharge on exchange zones induced by current-bedform interactions, 2006.

M. Bayani Cardenas,John L. Wilson, exchange across a sediment-water interface with ambient groundwater discharge, 2007.