

# Analisi Fisica dei Suoli

[www.ecosearch.it](http://www.ecosearch.it)



in sito e in laboratorio



**EcoSearch**

## Una buona analisi inizia da u



### Trivelle

Le trivelle manuali sono particolarmente indicate per lo studio dei suoli, e la **Eijkelkamp** è da moltissimi anni un punto di riferimento per questo tipo di prodotti, al punto che la classica trivella viene comunemente indicata come "trivella olandese".

Nel corso degli anni ne sono stati disegnati molti tipi, nella maggior parte dei casi come risultato di richieste specifiche da parte dei ricercatori. Oggi la linea di prodotti offerti copre un gran numero di diametri, un tipo di punta diversa per, virtualmente, qualsiasi tipo di suolo, ed accessori e prolunghie per rendere più age-

vole il campionamento anche a discrete profondità (8-10 metri).



### Bailers "usa e getta"

Obiettivo: eliminare ogni rischio di contaminazioni incrociate. Sempre in stock: il vostro magazzino senza costi aggiuntivi



**Richiedete il catalogo Aquasearch per i prodotti idrologia**

# n buon campione



## Sedimenti

Nel campionamento di suoli sommersi, uno dei problemi principali è dato dalla difficoltà di ottenere campioni che siano rappresentativi della reale stratificazione dei suoli.

Gli strumenti offerti nella gamma Ecosearch rendono possibile il prelievo di campioni in cui vengono preservati la struttura e lo spessore originale degli strati.

**Campionatori Beeker**

**Multicampionatori**

**Campionatori a caduta**

**Ganasce**

**Carotatore Akkerman**

**Carotatore Van der Horst**

## Anelli di campionamento

Garantiscono i requisiti fondamentali dei campioni per lo studio in laboratorio delle caratteristiche fisiche dei terreni:

- **Assenza di disturbo nei prelievi**
- **Dimensioni certe ed uniformi**

Utilizzabili per:

- **Determinazione delle curve di pF**
- **Permeabilità ad acqua ed aria**
- **Peso volumetrico**
- **Densità**
- **Relazione suolo-acqua-aria alla capacità di campo**
- **Porosità**

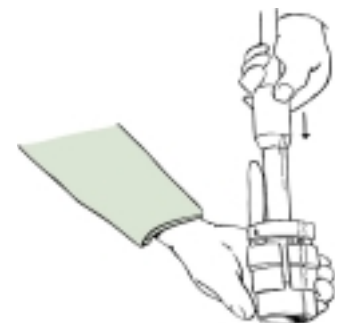
Acciaio inox

3 diametri (53, 60 e 84 mm)

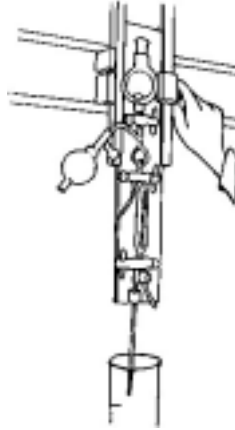
Numerati e non

Vari tipi di strumenti prelievo

Prelievi fino a 2 metri di profondità



**Richiedete il catalogo Eijkelkamp per campionamento**



## Porosità

Il **Picnometro ad aria** è stato sviluppato per determinare il volume e la densità di vari materiali, in particolare il suolo. Lo strumento è particolarmente adatto a misurare il volume di oggetti di forma irregolare, purchè non troppo grandi, e consente il calcolo del rapporto tra massa solida, acqua ed aria, permettendo quindi anche il calcolo della **massa volumica**.

Lo strumento viene fornito come set completo, incluso un blocco di calibrazione, e può effettuare la misura in 1 minuto, con accuratezza dell'1 %.

## Granulometria

Nella determinazione della granulometria dei suoli, a volte è necessario ricorrere a metodi più accurati della setacciatura, al fine di identificare frazioni molto piccole di particolato.

Uno di questi metodi è denominato **Apparato a Pipette**, e si basa sul differenziale nella velocità di sedimentazione di particelle di massa e dimensioni diverse. Nel metodo a pipette, il campione viene prima liberato da carbonati, sostanze organiche e possibili ossidi, che potrebbero avere funzione agglomerante, e viene poi iniettato in diversi momenti e a profondità diverse della sospensione contenuta in cilindri di misura. Tempi e profondità vengono determinati secondo la legge di Stokes. La soluzione viene condensata e asciugata, e tramite pesata se ne definisce il rapporto di massa.

Sono disponibili un **modello da tavolo** ed uno **da parete**, ambedue in grado di ospitare sette campioni. I set sono completi di ogni elemento funzionale, incluso rotaia portapipetta, un apparato di riscaldamento con termostato e agitatore, pipette, serbatoio a palloncino, cilindri di sedimentazione in vetro, etc.



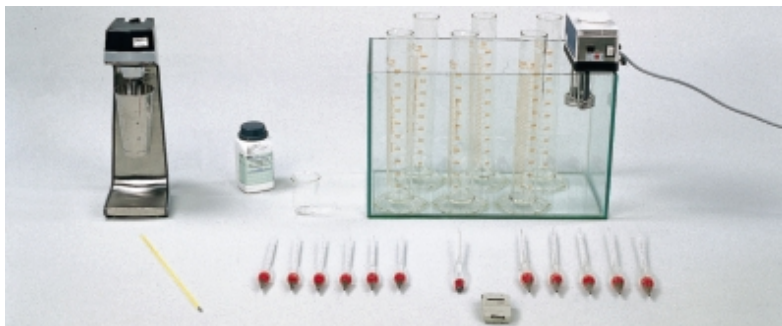
## Setacci

I setacci consentono la determinazione della composizione del particolato per dimensione, al fine di classificarlo sulla base di standard internazionali. I setacci sono disponibili in varie dimensioni e composizione. Nei kit più completi è incluso un agitatore magnetico che mantiene il campione in continuo movimento, al fine di ottenere la miglior setacciatura possibile.

Sia l'agitatore che i setacci (in acciaio inox, completi di vassoio e coperchio) sono idonei alla setacciatura sia asciutta che bagnata. Sono anche disponibili piccoli set portatili da campo.

## Kit Idrometrico

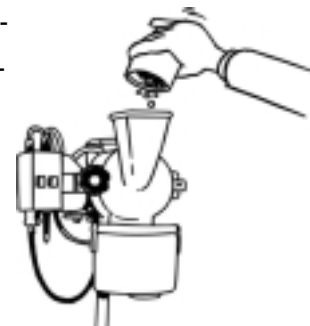
Il kit idrometrico consente l'accurata determinazione della distribuzione dimensionale delle frazioni più piccole di suolo. Il suo principio di funzionamento è simile a quello dell'apparato a pipette, in quanto si basa sui tempi di sedimentazione dei campioni. Il campione stesso, dopo essere stato privato della sostanza organica, seccato in forno e pesato, viene sospeso in acqua e setacciato. La soluzione che passa attraverso il setaccio viene trasferita in cilindri di sedimentazione e le misure idrometriche e quelle dei tempi di sedimentazione vengono effettuate a intervalli regolari. Il kit è fornito completo di tutti gli elementi funzionali



## Preparazione dei campioni

Dispositivi per la **frantumazione** e la polverizzazione dei campioni di suolo di media durezza (fino a 6 Mohs), in grado di trattare materiale fino ad un massimo di 80 kg per ora,

**Agitatori** per la miscelazione di soluzioni di acqua e campioni di suolo con regolazione a 13000, 16000 o 18000 giri/minuto.



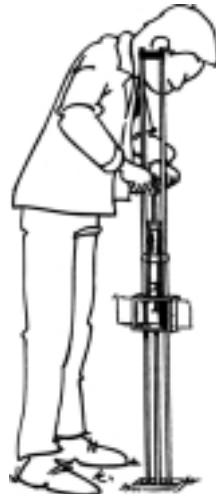
# Proprietà fisiche dei



## Stabilità aggregati

La stabilità di aggregato è la resistenza della struttura di un suolo contro forze distruttive, sia meccaniche che fisico-chimiche. Tra i fattori che la determinano la tessitura, la struttura, il contenuto minerale e organico, elementi aggreganti etc.

L'apparato per la setacciatura bagnata, viene utilizzato per determinare la stabilità degli aggregati di suolo in base alle definizioni sopra riportate, ed in esso otto campioni di suolo vengono inseriti in altrettanti setacci a barattolo, che vengono poi immersi in altrettanti contenitori cilindrici



## Resistenza a taglio e penetrazione

La resistenza del suolo al taglio ed alla penetrazione viene misurata attraverso una vasta gamma di penetrometri e scissometri, dai più semplici ed economici strumenti tascabili, all'avanzatissimo penetrologger.

Il penetrometro manuale della Eijkelkamp è disponibile in due versioni, una per misurare fino a tre metri di profondità di compattezza, ed una seconda per misure fino a 10 cm di profondità, ed offre i vantaggi di semplicità d'uso e minima manutenzione.



sure fino ad un da per misure fino dità, ed offre i vantaggi di semplicità d'uso e

Il Penetrologger è uno strumento estremamente versatile, per effettuare in sito misure in continuo fino ad una profondità di 80 cm, per una corretta riproduzione del profilo del suolo.

Per grandi linee, il sistema è composto da un sensore di pressione, un datalogger, le aste di sonda, coni di penetrazione ed un sistema ad ultrasuoni per la misura della profondità.

Il Penetrologger è dotato al suo interno di un meccanismo di controllo della velocità di penetrazione, ed è dotato di un display LCD regolabile, che consente letture immediate molto chiare





## Erodibilità

La sensibilità dei suoli all'erosione è difficile da misurare, e non esiste un modo per ottenere valori assoluti. È tuttavia possibile ottenere delle ragionevoli indicazioni attraverso misure relative. Il **simulatore di pioggia** è uno strumento nel quale i fenomeni di erosione vengono provocati su una piccola superficie in pendio, attraverso la caduta di gocce capillari. Le gocce allentano la coesione delle particelle di suolo, e le rimuovono dalla loro sede facendole scendere verso il basso. Al termine dell'esperimento un certo quantitativo di suolo ed acqua sarà raccolto in una bacinella, fornendo un'indicazione della sensibilità di quel suolo all'erosione, in rapporto ad altri suoli ed altri esperimenti.

Altrettanto indirette sono le misure effettuate con il **saltifono** per ottenere indici di **erosione eolica**. Lo strumento utilizza un principio acustico per contare le particelle di suolo e sabbia spinte dal vento attraverso l'apparato di raccolta costituito da un tubo e da due alette di invito.

L'uscita digitale dello strumento viene poi registrata da un data logger, rendendo l'apparato autonomo e adatto ad installazioni non presidiate.

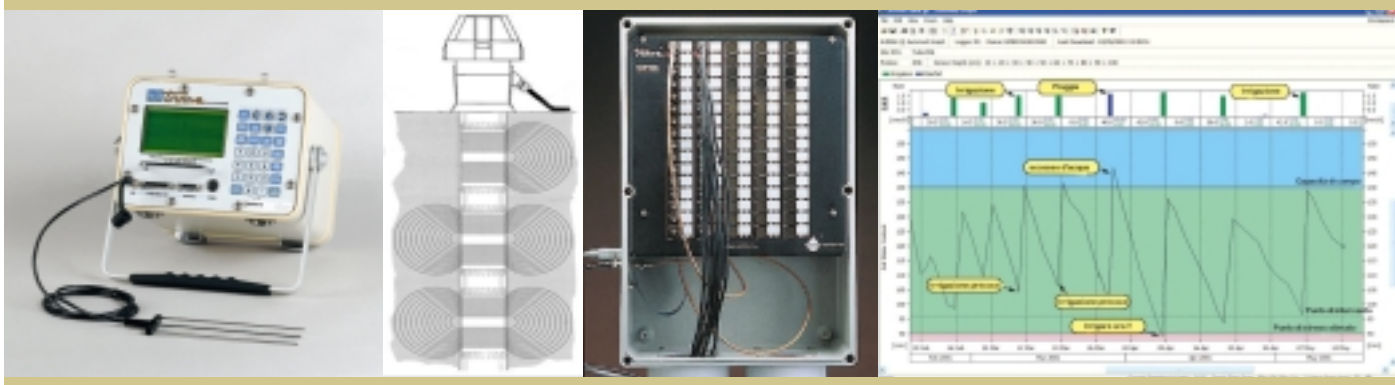
## Calcimetro

Il calcimetro Eijkelkamp permette di determinare il contenuto di carbonato presente nel suolo basandosi sul metodo volumetrico.

Il carbonato presente nei campioni viene convertito in  $\text{CO}_2$  con l'aggiunta di acido idroclorico. La pressione del  $\text{CO}_2$  rilasciato dal processo, fa aumentare il livello dell'acqua contenuta in una buretta deaerata. Le differenze di livello registrate sono quindi una funzione del contenuto di carbonato presente nei campioni.

Il metodo è molto rapido e consente di effettuare misure su 5 campioni in circa 1 ora.

## Contenuto d'acqua nel suolo, po

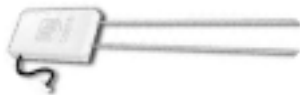


### Misure in TDR

Uscita dal ristretto mondo della ricerca, la tecnologia TDR (Riflettometria nel Dominio del Tempo) per la misura del contenuto volumetrico di acqua nel suolo, è pienamente matura anche per applicazioni commerciali.

Il Soilmoisture TRASE 1, la prima macchina introdotta sul mercato alla fine degli anni '80, continua ad essere un riferimento per la sua grandissima affidabilità e precisione, oltre che per le ampie possibilità di multiplexing, che consentono misure contemporanee su centinaia di sonde. Ma non è più solo.

Al suo fianco, una folta schiera di prodotti tende a soddisfare esigenze diverse, sia sul piano applicativo, con sistemi potenti, aperti e flessibili (Campbell Scientific) che con strumenti di facile utilizzo; ma anche sul piano del budgeting, con sistemi complessi che consentono l'affiancamento a molti altri tipi di misure ambientali, ma anche con strumenti estremamente semplici e di costo contenuto, in grado di soddisfare le esigenze di clienti privati, in particolare gli imprenditori agricoli e i loro consulenti.

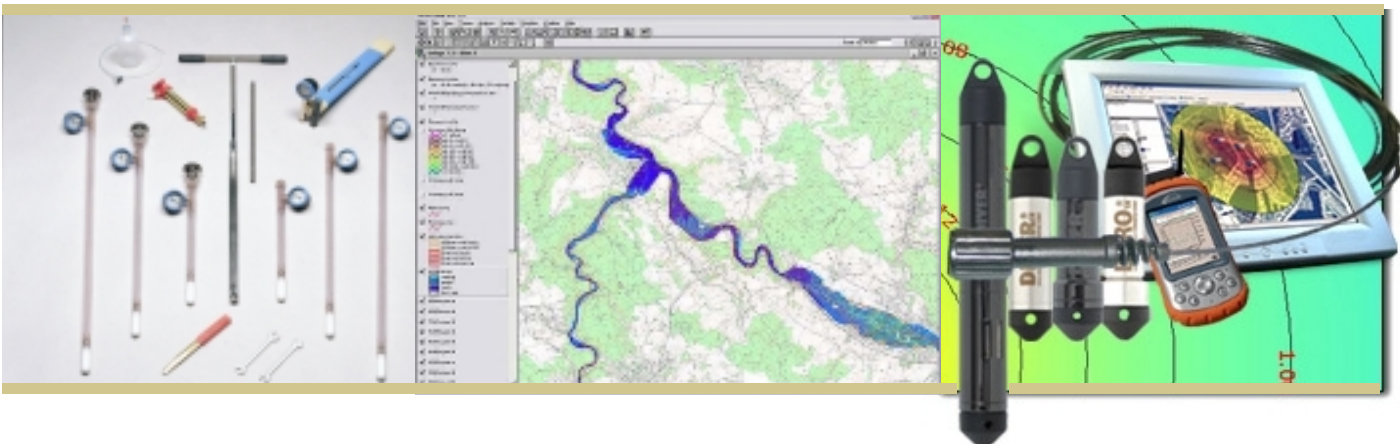


### FDR

Le misure in FDR (Riflettometria nel Dominio delle Frequenze) derivano da una tecnologia più recente, forse meno precisa di quella TDR, ma con un vantaggio pratico straordinario: la possibilità di effettuare misure plurilivello in uno stesso pozzetto di misura, con la possibilità di eseguire profili senza dover ricorrere agli scavi fortemente invasivi del TDR. Il potentissimo software della Sentek consente poi di rilevare fenomeni quali la  saturazione dei suoli, il drenaggio, le infiltrazioni tra i vari livelli, la risalita dell'acqua per capillarità, l'andamento delle falde,



## tenziale Idrico e livello di falda



### Tensiometri e non

I tensiometri sono forse gli strumenti più noti e diffusi per misure di potenziale idrico.

Estremamente affidabili, sono disponibili in varie versioni, anche con pompa autospurgante, in moltissime dimensioni (in alcune installazioni geotecniche sono stati inseriti tensiometri fino a 4 metri di profondità), con possibilità di angolazione e, infine, con trasduttore di pressione per collegarli a datalogger e automatizzare le misure.



### Metodo resistivo e potenziale di matrice

Gessetti, sonde Watermark e sensori a potenziale matriciale usano il metodo della resistenza o il differenziale di temperatura per stimare il potenziale idrico del suolo



### Diver e modellistica

Dalla collaborazione di due aziende olandesi, la **Eijkelpamp**, leader mondiale nel campionamento ambientale, e da una società del **Gruppo Schlumberger**, la **VanEssen**, detentrici di tecnologie fortemente innovative, proviene uno strumento rivoluzionario per il Monitoraggio automatico dei pozzi: il **DIVER**. Disponibile per:

- livello dell'acqua
- temperatura
- conduttività

Dal 2005 la **Waterloo Hydrogeologic, Inc.** (WHI) leader riconosciuto a livello mondiale nelle tecniche di modellazione applicate allo studio dei flussi delle acque di falda, è entrata a far parte dell'universo Schlumberger, consentendo di realizzare straordinarie sinergie per offrire, insieme alla famiglia di sensori DIVER, una gamma di soluzioni avanzate ed economiche per l'indagine idrogeologica.

## Curve di ritenzione idrica in



### Letto di sabbia

Accanto ai più conosciuti apparati a pressione con piastre di Richard, illustrati nella pagina successiva, la Eijkelkamp offre un sistema molto completo studiato per effettuare misure di pF nel campo di valori da 0 a 2,7.

Il sistema è composto da due apparati a depressione, del tipo denominato a cassetta volumetrica (letto di sabbia) per misure di pF da 0 a 2,0 e da 2,0 a 2,7 rispettivamente. Il sistema richiede l'utilizzo di campioni indisturbati di suolo, che possono essere prelevati con gli apparati ad anelli descritti a pag. 3



### Piastra ceramica

La Soilmoisture Equipment Corp. ha recentemente introdotto la nuova grande piastra ceramica a vuoto, per lo studio di valori di suzione fino ad 1 bar.

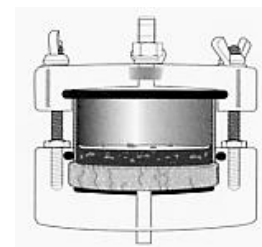
La nuova piastra ha dimensioni ragguardevoli (circa 56 cm di diametro), offrendo quindi un'area molto ampia per consentire lo studio simultaneo su un elevato numero di campioni o piante. Anche il funzionamento è estremamente semplice, richiedendo la saturazione dei campioni direttamente sulla piastra, ed il suo collegamento ad un sistema a vuoto, tramite l'apposito rubinetto



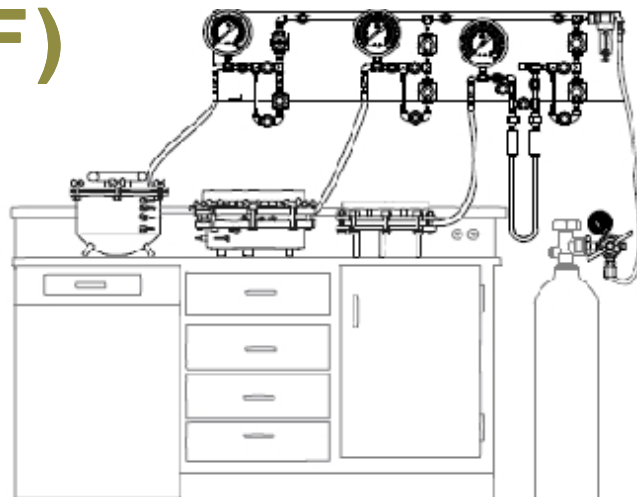
### Celle Tempe

Le cellule a pressione di tipo Tempe vengono utilizzate per determinare le caratteristiche di ritenzione idrica del suolo nel campo di valori di pressione compresi tra 0 e 1 bar.

Le cellule sono componibili, e sono disponibili in due diametri e due altezze, con dischi in ceramica di vari valori di ingresso. Un apposito stand consente l'utilizzo contemporaneo di un massimo di 5 celle



## laboratorio (pF)



### Gli estrattori a pressione “Piastre di Richards”

L'idea di realizzare un estrattore a membrana trova la sua origine nell'esigenza, manifestatasi alla fine degli anni '30 di estrarre la soluzione circolante da qualsiasi tipo di suolo ed in qualsiasi condizione di umidità, al fine di analizzarne i contenuti minerali.

Al progetto lavorarono insieme il Dr. Richard (da cui il termine “piastre di Richard”) e P.E. Skaling, fondatore della Soilmoisture Equipment Corporation, giungendo alla realizzazione di una speciale camera a pressione, corredata da una membrana di cellulosa, che lasciava filtrare attraverso i suoi pori l'acqua, ma non l'aria, permettendo quindi alla camera di mantenere al suo interno una pressione costante. Il dispositivo consentì ai ricercatori di rimuovere rapidamente l'umidità dai campioni di suolo, in condizioni controllate, nell'intera gamma di livelli di umidità, dalla saturazione al punto di appassimento.

Il nuovo sistema si rivelò presto indicatissimo non solo per rimuovere umidità per analisi chimiche, ma anche per studiare le relazioni tra la quantità di acqua presente nel suolo, e la forza con cui vi è trattenuta, rendendo così possibile catalogare i suoli sulla base della loro capacità di ritenzione idrica. Oggi sono disponibili estrattori in grado di funzionare a diversi regimi di pressione, con i relativi sistemi di comando e di controllo della pressione:

**Mod. 1000 estrattore a membrana (0—15 bar)**

**Mod. 1500 estrattore a piastre ceramiche da 15 bar**

**Mod. 1600 estrattore a piastre ceramiche da 0 a 5 bar**

**Mod. 1250 estrattore volumetrico con accessorio per lo studio dell'isteresi**

## Conducibilità Idraulica



### Permeametro

Il permeametro tripo Guelph è certamente lo strumento più diffuso per realizzare semplici ed accurate misure di conducibilità idraulica, assorbimento e potenziale di flusso, in sito ed in ogni tipo di suolo. Un solo operatore è in grado di effettuare misure in un'area da 15 a 75 cm sotto la superficie, impiegando fino ad un massimo di due ore, a seconda del tipo di suolo, ed utilizzando solo 2,5 litri di acqua. Con accessori appositi, è possibile estendere di 80 cm alla volta la profondità operativa, fino ad un massimo di 315 cm sotto la superficie



### Celle di flusso

Le celle di flusso della Soil-moisture sono progettate per la misura delle proprietà idrauliche di materiali porosi, e dei movimenti dei chimici nel suolo. Applicazioni tipiche sono la modellazione di curve di ritenzione idrica, conducibilità idraulica satura ed insatura, nonché parametri del trasporto di inquinanti e gas.

Le celle sono realizzate in acrilico trasparente, con dimensioni che variano da diametri di 1,5" a 5,25", ed altezze comprese tra 15 e 60 cm.

Sono disponibili tutti gli elementi necessari alla realizzazione di un sistema completo,

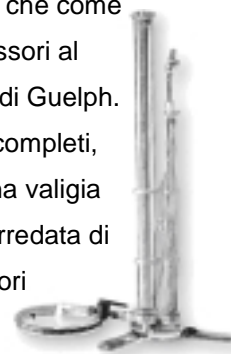


### Infiltrometri

I popolari infiltrimetri ad anello sono disponibili in kit standard includente 6 anelli di acciaio di vari diametri, che consentono di effettuare più misure contemporaneamente. Tutti gli accessori necessari all'installazione ed all'effettuazione delle misure sono forniti nel set.

Gli infiltrimetri a tensione sono disponibili come unità indipendenti, oltre che come elementi accessori al Permeametro di Guelph.

Si tratta di kit completi, contenuti in una valigia carrellata e corredata di tutti gli accessori





## Test Permeabilità

Il permeametro da laboratorio della Eijkelkamp (cod. 09.02) ha la particolarità di poter essere progettato in diverse dimensioni, a seconda del numero di campioni saturi di suolo di cui si intende misurare, in contemporanea, la permeabilità, con un minimo di 5 ed un massimo di 25.

Lo strumento può essere utilizzato sia come sistema chiuso che aperto.

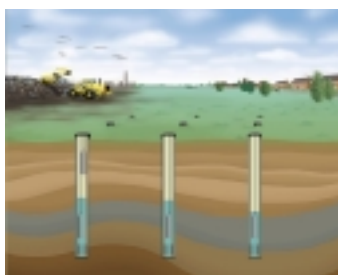
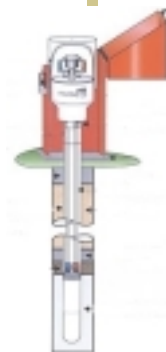
Nel caso di utilizzo come sistema chiuso, vengono forniti una cisterna, una pompa di circolazione ed un filtro.

Tali accessori non sono necessari nel sistema aperto.

## Mobilità dei soluti

Gli studi relativi alla mobilità dei soluti possono essere condotti con diverse metodologie e con vari strumenti. Un sistema classico è rappresentato dall'installazione di sistemi lisimetrici, per il prelievo periodico di campioni da inviare in analisi.

Sono disponibili lisimetri agronomici, di costo molto contenuto, o sistemi complessi, per monitoraggio di lungo periodo, anche in aree fortemente inquinate

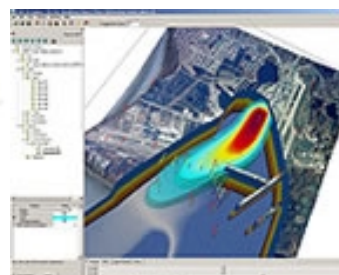


### DIVER CTD

La famiglia di acquisitori DIVER include il CTD, strumento interamente in ceramica per misure di livello, temperatura e conducibilità dell'acqua in qualsiasi ambiente. Ideale per studi su intrusioni saline o siti contaminati con sostanze altamente aggressive.

### TriSCAN

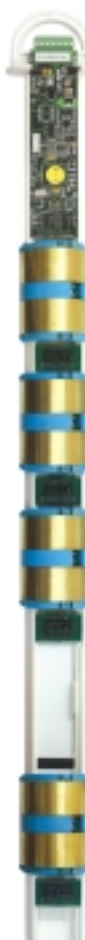
Il nuovo sensore TriSCAN della Sentek, misura in



continuo umidità, salinità e presenza di ioni nel suolo, a diverse profondità in un unico pozzetto di misura.

### Modellistica SWS

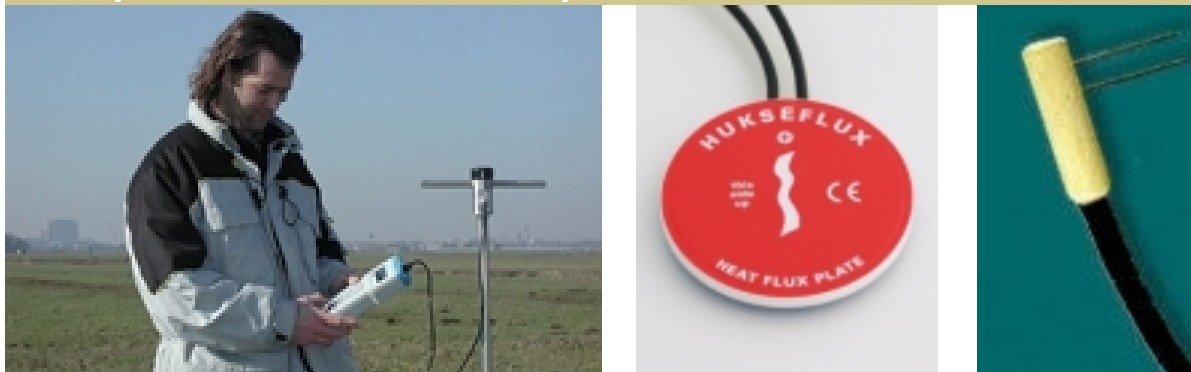
I software di modellazione della Schlumberger sono gli strumenti più idonei per la gestione, l'analisi, la visualizzazione e l'interpretazione dei dati ambientali, per la realizzazione di progetti e presentazioni di grande qualità ed efficacia





# Proprietà termiche

## Temperatura, calore specifico, conduttività e



## diffusività termica, flusso di calore nel suolo

La possibilità di disporre di sistemi di acquisizione dati con la potenza e la flessibilità dei datalogger della Campbell Scientific, consente la realizzazione di sistemi di monitoraggio di tutte le caratteristiche termiche del suolo, anche in abbinamento con altri parametri (micrometeorologia, stabilità dei pendii etc.).

L'esecuzione di misure veloci di resistività o conducibilità termica del suolo può essere condotta con il **TNS01** della Hukseflux, che comprende due diversi aghi di cui uno per l'uso in laboratorio e un altro per l'uso in sito. L'ago viene inserito nel terreno e l'utente può immediatamente leggere



su un Display LCD il valore di conducibilità termica del terreno.

L'**HFP01SC** è un sensore auto calibrante prodotto dalla Hukseflux che misura flussi di calore nel terreno, in genere come componente di sistemi di bilancio energetico o di Bowen ratio. L'uscita è in voltaggio. Per ottenere medie spa-



ziali, in ogni sito di installazione sono richiesti almeno due sensori. Un riscaldatore inserito nel sensore consente la calibrazione automatica tramite il metodo Van den Bosch-Hoeksema.

Il calore specifico può essere misurato con uno strumento della **East 30**, costituito da una coppia di aghi in acciaio inossidabile della lunghezza di 30 cm, distanziati 6 millimetri. Un ago contiene un Evanohm di riscaldamento, e l'altro contiene una termocoppia Cromo-Costantana (tipo E).

Altre soluzioni per ogni altro tipo di misura sono disponibili contattando i nostri tecnici su [techsupport@ecosearch.it](mailto:techsupport@ecosearch.it)





## Contenuto O<sub>2</sub>

Il sistema di analisi del contenuto di ossigeno nel suolo, consiste in una corta sonda ed un apparecchio misuratore. La sonda viene spinta nel suolo manualmente, e una volta raggiunta la profondità desiderata viene risolledata leggermente per consentirne l'apertura. Collegata la sonda al misuratore, il gas viene aspirato attraverso lo strumento per mezzo di un soffiante e viene così misurato il contenuto di O<sub>2</sub>. La sonda ha un volume ridotto, il che consente misure accurate nel giro di pochi minuti. Il lettore funziona con cella elettrochimica.



## Sensore O<sub>2</sub>S

L'O<sub>2</sub>S misura l'ammontare di ossigeno nell'aria, o nelle porosità del suolo. Per questa ultima applicazione deve essere corredato di una testa a diffusione, e di un filtro per la creazione di una "tasca" d'aria. Si tratta di un sensore a cella galvanica, con un anodo in piombo, un catodo in oro, elettrolito acido ed una membrana in Teflon. L'uscita è in millivolt. Il tempo di risposta può essere selezionato tra 12 e 60 secondi, e può essere corredato, a scelta, di termistore o termocoppia. Può essere letto direttamente o collegato a datalogger.



## Flussi di CO<sub>2</sub>

Sistema di misura della respirazione del suolo, il LI-8100 è un sistema molto versatile che consente di effettuare misure di CO<sub>2</sub> da suolo sia in postazioni remote e non presidiate per campagne di lungo periodo, sia misure immediate in campagne di prospezione. Insieme all'Unità di Controllo dell'Analizzatore, un sistema LI-8100 può assumere varie configurazioni: misure automatizzate con le camere a lungo termine; misure rapide con le camere di prospezione. Con il Multiplexer LI-8150, infine, è possibile monitorare un'area di 30 m. di diametro.

# Indice

[www.ecosearch.it](http://www.ecosearch.it)

## I. Campionamento

1. Suoli
2. Acque
3. Sedimenti

## II. Porosità e massa volumica

## III. Granulometria

## IV. Stabilità e distribuzione dimensionale degli aggregati

## V. Proprietà meccaniche del suolo

2. Resistenza alla penetrazione
3. Resistenza al taglio

## VI. Erodibilità del suolo

## VII. Proprietà idrologiche del suolo

1. Contenuto d'acqua del suolo
2. Potenziale dell'acqua nel suolo
3. Livello di falda
3. Ritenzione idrica
4. Conducibilità idraulica
5. Mobilità dei soluti
5. Velocità di infiltrazione

## VIII. Proprietà termiche del suolo

## IX. O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> dal suolo