

Metodologie complessive di screening per il monitoraggio delle acque sotterranee

.....

Lo stato di attuazione dei controlli sulle acque sotterranee e lo screening dei microinquinanti

Dott. Angiolo Martinelli

Perugia, 15 settembre 2005, Seminario Metodologie complessive di screening per il monitoraggio delle acque sotterranee

Perugia

**Villa Umbra di Pila
15-16 settembre 2005**

Attività conoscitive di sviluppo

1 - Sperimentazione di reticoli definitivi di monitoraggio in ambienti alluvionali partendo da reticoli preliminari esistenti

- 5 ACQUIFERI ALLUVIONALI REGIONALI, ESTESI DA 80 A 330 KM²
- **RETICOLI PREESISTENTI LOCALI VARIABILI DA 50 A 250 PUNTI**
- 210 PUNTI DI MONITORAGGIO REGIONALE CON DENSITA DI 0,3 PUNTI PER KM² (VARIABILE PER ACQUIFERO E PER SETTORI DA 0,2 A 0,5)
- **ZONAZIONE ACQUIFERI PER CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE, IDROCHIMICHE E ANTROPICHE, E PER ENTITA E UTILIZZO DELLE RISORSE SOTTERRANEE**
- CAMPAGNE DI CAMPIONAMENTO TRIMESTRALI

Attività conoscitive di sviluppo

2 - Rete di monitoraggio in continuo e in discreto dei sistemi sorgentizi calcarei e vulcanici

- 11 SORGENTI PUNTUALI NELLE PRINCIPALI STRUTTURE CARBONATICHE
- 1 SORGENTE NELLE VULCANITI DEL COMPLESSO VULSINO
- 15 SORGENTI CAMPIONATE STAGIONALMENTE IN DISCRETO

Attività conoscitive di sviluppo

3- Rete campione di monitoraggio in continuo dei livelli di falda di pozzi in acquiferi alluvionali, calcarei e vulcanici

- 12 POZZI NEI 5 ACQUIFERI ALLUVIONALI, NELLE ZONE PRINCIPALI
- 4 POZZI NELLE PRINCIPALI STRUTTURE CARBONATICHE, IN BACINI IDROGEOLOGICI DI SORGENTI MONITORATE O COLLEGATI A FALDE CON RESTITUZIONE LINEARE (Regione Umbria)
- 2 POZZI NELLE VULCANITI DEL COMPLESSO VULSINO DRENANTI VERSO I SISTEMI SORGENTIZI MONITORATI (Regione Umbria)

Le fasi operative di sviluppo del sistema

- **Fase 1: REVISIONE E RIPRISTINO DELLA RETE PRELIMINARE**
- **Fase 2: GESTIONE RETE DEFINITIVA**
- **Fase 3: IMPLEMENTAZIONE TECNOLOGICA**
- **Fase 4: ELABORAZIONE DATI E VALUTAZIONI METODOLOGICHE**
- **Fase 5: AVVIO RETE ESECUTIVA**
- **Fase 6: DIVULGAZIONE DEI RISULTATI**

Fase 1: Revisione degli studi pregressi

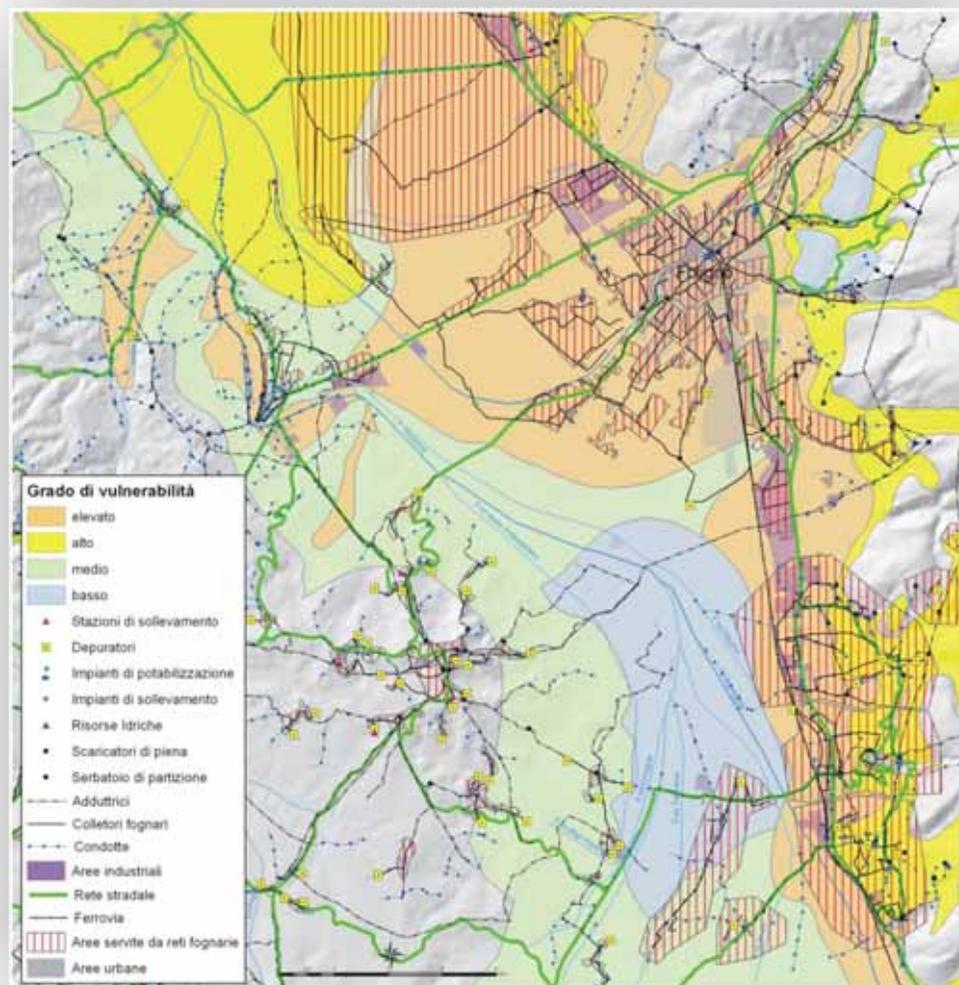
- **Rielaborazione e sintesi delle informazioni esistenti per rendere omogeneo il quadro conoscitivo degli acquiferi da monitorare, con definizione de:**
 - 1. Il contesto generale: idrogeologia, idrochimica, prelievi, attività antropiche a rischio
 - 2. I settori degli acquiferi di interesse regionale
 - 3. Lo schema concettuale idrogeologico-idrochimico
 - 4. Gli elementi a disposizione per il reticolo di monitoraggio
 - 5. La documentazione bibliografica esistente
- **Valutazione degli aspetti riguardanti la qualità e completezza delle informazioni, il loro concorso nella definizione del contesto idrogeologico e ambientale**
- **Verifica delle situazioni che per aspetti quantitativi o qualitativi (naturali) rivestono un interesse di carattere regionale all'interno di ciascun acquifero mediante:**
 - differenziazione di settori peculiari
 - valutazione delle relazioni tra acquiferi e degli scambi con il reticolo idrografico
 - grado di esposizione delle risorse idriche ai centri di pericolo.

Fase 1: Studi integrativi

- Es.: Indagine idrogeologica nell'area della Media Valle del Tevere, nel tratto compreso tra Umbertide e Todi (258 pozzi, un lago di falda e 9 sezioni di alveo)
- Elaborazione delle informazioni raccolte e completamento della caratterizzazione degli acquiferi alluvionali, con la definizione della situazione dei pozzi ad uso potabile
- Localizzazione dei punti dei reticoli preliminari
- Anagrafica dei reticoli
- Sviluppo dell'analisi delle pressioni antropiche e relazione con la vulnerabilità dei sistemi sotterranei

Fase 1: Studi integrativi

Reti e fattori di pressione e relazione con la vulnerabilità dei sistemi sotterranei



Fase 1. Criteri di selezione dei punti

■ Approccio multicriteriale basato su 4 criteri:

- quadro idrogeologico ed idrochimico dei sistemi
- uso delle risorse sotterranee e tipologia/densità delle attività antropiche

■ Criterio idrogeologico:

1. maggiore densità nelle zone di alimentazione delle falde;
2. minore densità nelle altre zone ed in assenza di limiti di flusso;
3. maggiore densità in zone limitrofe ad elementi in grado di determinare un'oscillazione del livello di falda ed una variazione della direzione di flusso;
4. maggiore densità in presenza di gradiente idraulico elevato e minore con basso gradiente;
5. maggiore densità nelle falde non confinate rispetto a quelle confinate;

■ Criterio idrochimico:

1. disposizione di una rete di punti secondo le linee di flusso in modo tale da valutare le variazioni del chimismo procedendo dalle zone di ricarica verso quelle di deflusso e recapito.

■ Uso delle risorse sotterranee:

1. in zone considerate strategiche per l'approvvigionamento idrico (aree di ricarica o limitrofe al campo pozzi) deve essere incrementata la densità dei punti di monitoraggio.

■ Tipologia e densità delle attività antropiche:

1. il reticolo può essere incrementato sulla base del diverso uso del suolo, come ad esempio al passaggio tra attività industriali ed agricole: una minore densità in corrispondenza di inquinanti attesi di tipo non puntuale.

Fase 1: Validazione dei punti preliminari

- **Verifica e validazione di ogni singolo punto preesistente secondo queste condizioni:**
 - 1. il pozzo deve avere caratteristiche costruttive quanto più ottimali, tali da non influenzare le condizioni naturali della falda
 - 2. il pozzo deve essere ubicato lontano da possibili fonti locali di contaminazione
 - 3. l'acquifero captato deve essere possibilmente unico;
 - 4. il punto deve permettere agevoli misure quantitative (livello di falda) e qualitative (prelievo di campioni di acqua)
 - 5. devono essere preferiti pozzi attivi ed utilizzati da Enti pubblici
 - 6. punti già monitorati per altre ragioni devono essere auspicabilmente inseriti nella rete

- **I punti dei reticoli preesistenti sono stati poi suddivisi secondo reticoli geometrici alle varie densità e differenziati secondo 3 classi di scelta:**
 - Classe 1: pozzi appropriati (che presentano le migliori caratteristiche);
 - Classe 2: pozzi di riserva (da utilizzare in seconda battuta secondo necessità);
 - Classe 3: pozzi inappropriati (inutilizzabili).

Fase 1: Definizione delle aree e densità di reticolo

- Individuazione delle superfici degli acquiferi da monitorare
- Assegnazione di una densità media di monitoraggio in funzione delle priorità ed interesse di ciascun acquifero (quantità di risorse immagazzinate, entità dei prelievi idropotabili, carico antropico, situazioni estreme di rischio).
- Definizione di classi di priorità e di coefficienti di correzione riferito alla densità media generale.

Densità di reticolo a livello di acquifero e validazione

Zonazione delle densità di reticolo preliminare per acquifero:

- zone con densità superiore, uguale, inferiore alla media dell'acquifero;
- zona esclusa dal monitoraggio.

Validazione dei reticoli definitivi

- Prima verifica mediante rappresentazione grafica di dati idrochimici ed idrogeologici pregressi e confronto con le elaborazioni estese preesistenti.
- Analisi statistiche dei dati (analisi geostatistica basata sui parametri livello piezometrico, salinità, cloro e nitrati, analisi multivariata sui parametri chimici e sui campioni).

Fase 2 delle attività

- - **GESTIONE RETE DEFINITIVA**
 - AGGIORNAMENTO DELLE CONOSCENZE IDROGEOLOGICHE
 - DEFINIZIONE DI STANDARDS DI RILEVAZIONE DATI E LORO RESTITUZIONE ANALITICA E GRAFICA

Fase 2: Gestione rete definitiva

- Campionamento stagionale sui 5 acquiferi prescelti e sulle sorgenti per 254 punti iniziali, ottimizzati a 210 in fase finale
- Ottimizzazione delle misure e dei prelievi con laboratorio Mobile
- Istituzione di reticoli secondari sulle aree a specifica criticità

Fase 2: I reticoli campionati

Punti di monitoraggio:

Rete regionale

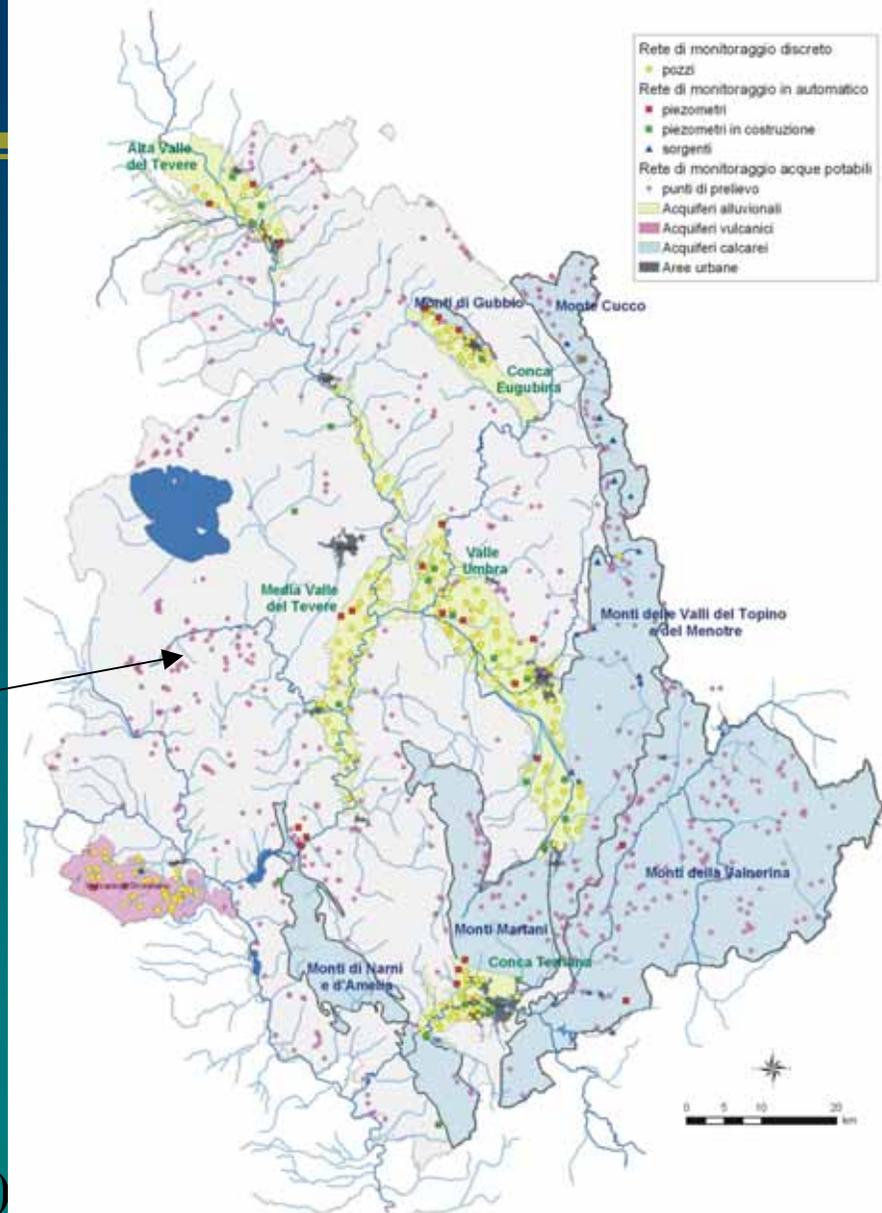
- 210 pozzi in discreto
- 12 sorgenti in automatico
- 19 piezometri in continuo

Rete acque potabili

- 800 stazioni ATO

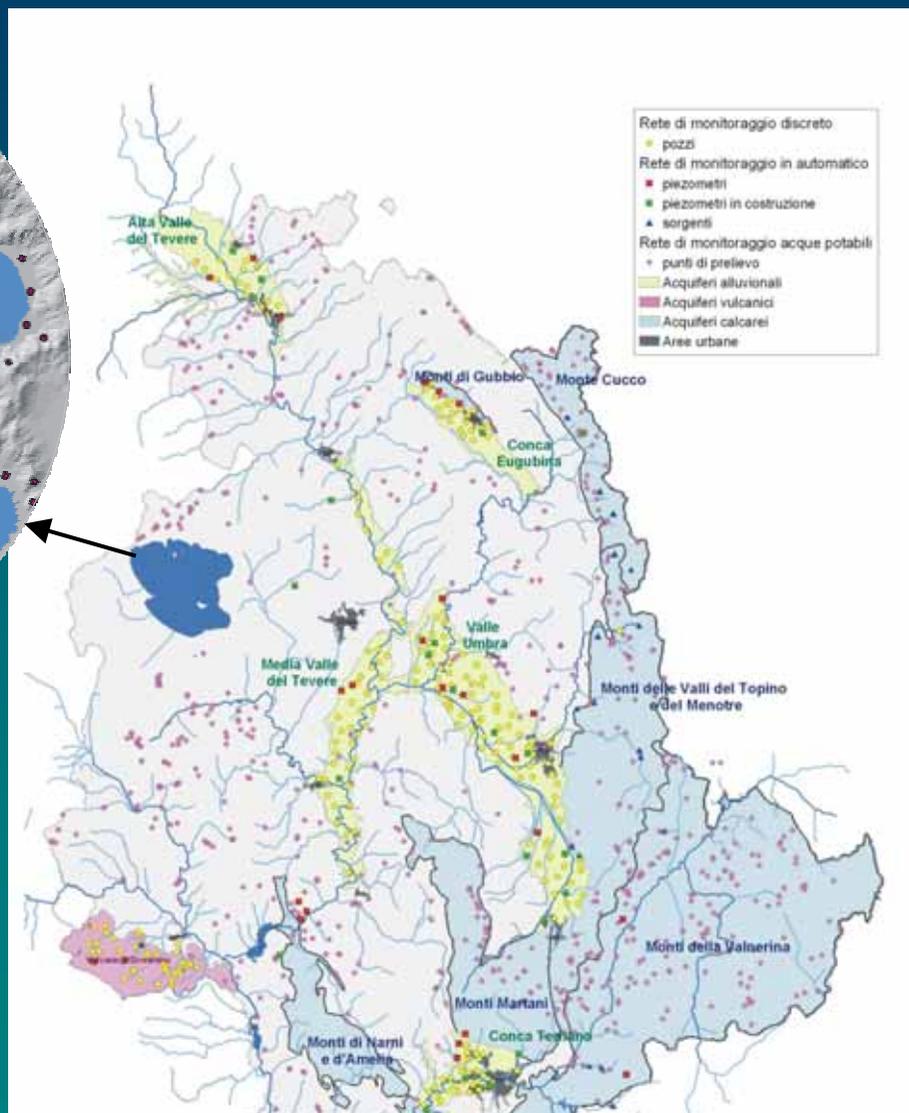
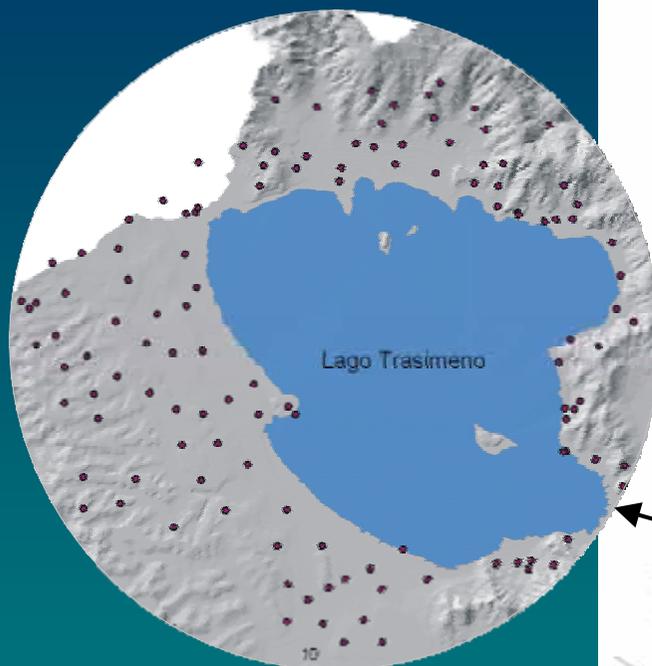
Reti locali

- 7 zone critiche da nitrati con 400 punti di osservazione
- sottoreti fitofarmaci (80)
- ambiti attività industriali (20)



Fase 2: I reticoli secondari

Perugia, 15 settembre 2005, Seminario Metodologie complessive di screening per il monitoraggio delle acque sotterranee



Fase 3 di sviluppo

- - **IMPLEMENTAZIONE TECNOLOGICA**
 - STAZIONI AUTOMATICHE DI MISURA SU SORGENTI
 - LABORATORIO MOBILE E UNITA' DI PRECONCENTRAZIONE
 - SISTEMA INFORMATIVO

Le stazioni automatiche su 12 sorgenti appenniniche

Perugia, 15 settembre 2005, Seminario Metodologie complessive di screening per il monitoraggio delle acque sotterranee

STAZIONI REALIZZATE IN ACCORDO CON GLI ENTI GESTORI

CONSORZIO ACQUEDOTTI PERUGIA

Bagnara

S. Giovenale

Capo d'Acqua (Comune di Fabriano)

A.S.M. TERNI

Pacce

Peschiera

Lupa

Sugano (Comune di Orvieto)

A.S.M. FOLIGNO

Rasiglia Capovena

Rasiglia Alzabove

Capodacqua

Acquabianca

A.S.E.M. SPOLETO

Argentina



Schema stazione tipo

Perugia, 15 settembre 2005, Seminario Metodologie complessive di screening per il monitoraggio delle acque sotterranee



controllo remoto e archiviazione

acquisizione



portata in canale

sensori ultrasuoni



Sonde immersione



portata in tubazione

misuratori elettromagnetici



trasmissione dati



linea telefonica



torbidità



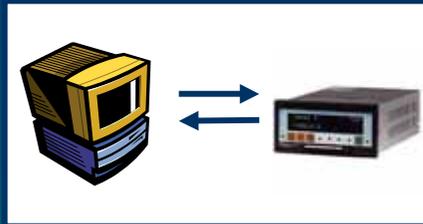
conducibilità



temperatura



Sistema di gestione dati



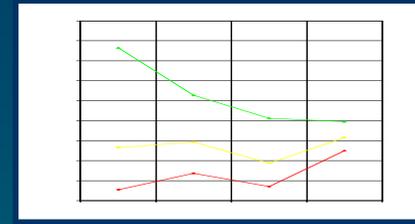
COMUNICAZIONE

- dati
- configurazioni
- allarmi



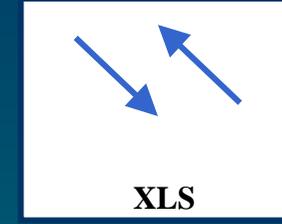
REGISTRAZIONE

- dati
- configurazioni
- eventi anomali



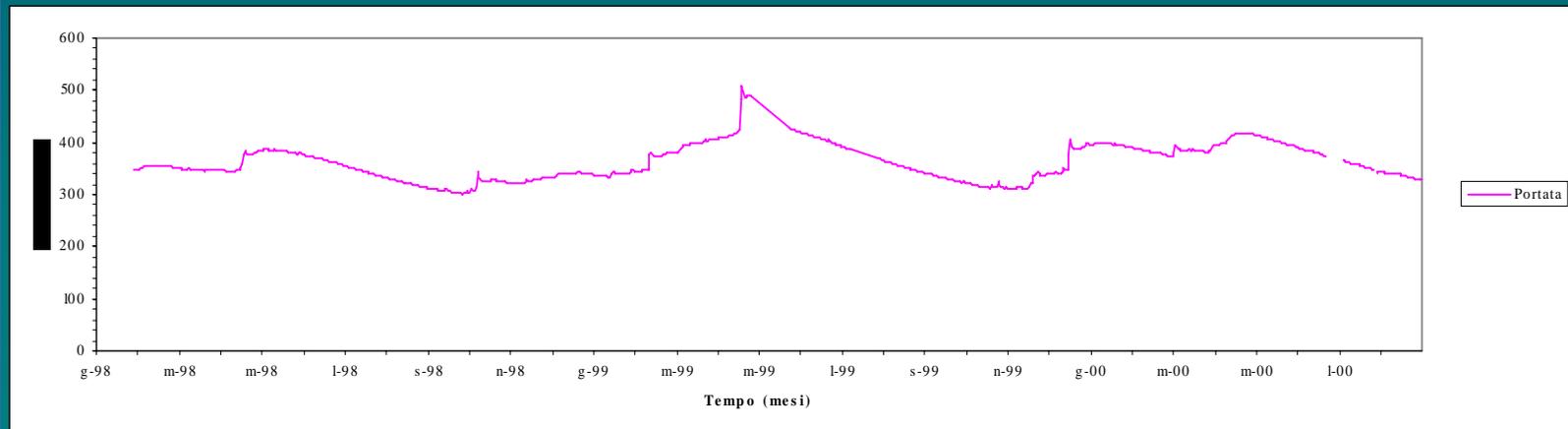
VISUALIZZAZIONE

- tabelle
- grafici



ESPORTAZIONE

- formato ASCII
- formato XLS





Il laboratorio mobile

1. pH/Eh metro *WTW pH 325*;
2. conducimetro *WTW LF325*;
3. ossigeno disciolto *WTW oxicell 325*;
4. microdosimetri titolazione HCO_3^- ;
5. sistema di filtraggio dei campioni;
6. freatimetri;
7. unità di pre-concentrazione;
8. apparecchio fotografico digitale;
9. computer portatile e stampante;
10. *WTW multiline P4*;
11. frigo-congelatore da 50 litri,
12. telefono cellulare e modem;
13. campionatori di profondità;
14. *GPS topografico/GIS*.



SISTEMA MODULARE A PANNELLO

L'unità di preconcentrazione per microinquinanti WATER TRACE

Perugia, 15 settembre 2005, Seminario Metodologie complessive di screening per il monitoraggio delle acque sotterranee

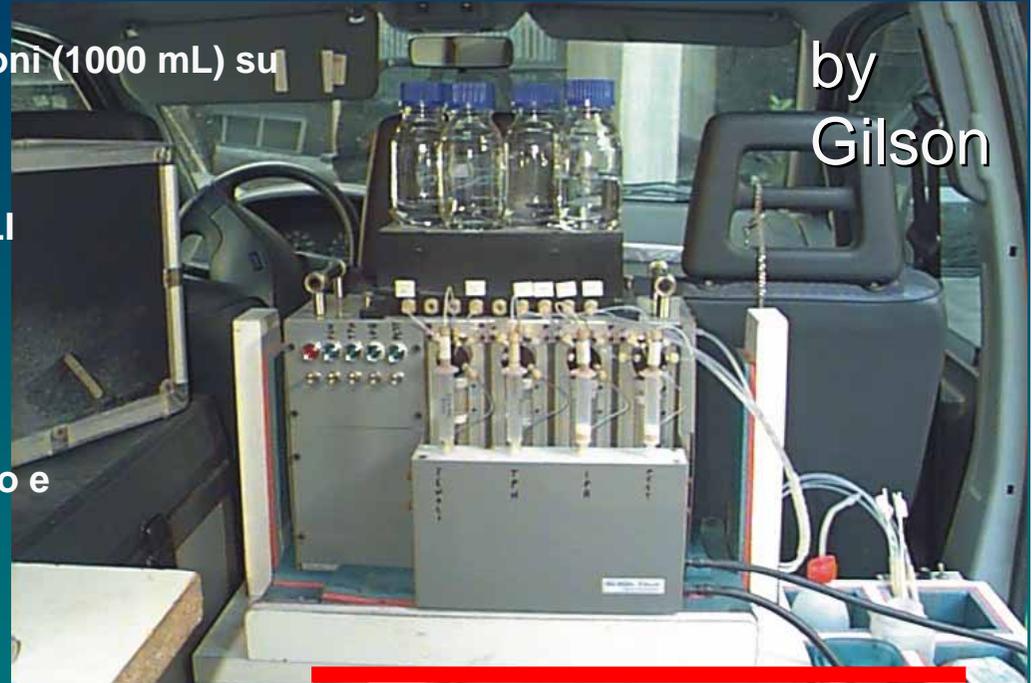
- Pre-concentrazione dei campioni (1000 mL) su colonnine per le analisi di:

- ✓ FENOLI
- ✓ IDROCARBURI TOTALI
- ✓ I.P.A.
- ✓ PESTICIDI

- Preparazione, condizionamento e stoccaggio dei campioni a 4°C

- ✓ PET 250 cc filtrato
- ✓ PET 500 cc filtrato
- ✓ PET 100 cc filtrato
- ✓ Vetro vials 100 cc t.q.
- ✓ Vetro beute 100 cc t.q.
- ✓ Colonnine di pre.concentrazione

- Misurazione del livello falda statico e dinamico
- Trasporto campioni



by
Gilson



comprensive di

Microsoft Access

Progetto PRISMAS

File Modifica Record Gestione Punti d'Acqua URLà Collegamenti di Office ?

Progetto Interregionale PRISMAS

Sistema Informativo Nazionale per l'Ambiente

Selezione Punto Acquifero

Selezione Punto d'Acqua da elaborare: Codice Acquifero: [] Tipologia: POZZO SORGENTE

Nome Acquifero	Codice PRISMAS	Codice P.R.R.U.	Località	Proprietario	Tipologia	Dismesso
AVT 1	1	51001		VIAIO	POZZO	No
AVT 2	2	GWALVAL45	51001	CAMPODAZZI FR. VIAIO	POZZO	No
AVT 3	3	GWALVAL43	51034	VALLOCCHIA - C.MARCELLO	POZZO	No
AVT 4	4	51034		S. Sepolcro	POZZO	No
AVT 5	5	GWALVAL68	51001	TORRICELLA	POZZO	No
AVT 6	6	GWALVAL54	51001	CASENUOVE	POZZO	No
AVT 7	7	GWALVAL75	51034	GRICIGNANO (CA'FICO)	POZZO	No
AVT 8	8	GWALVAL73	51034			
AVT 9	9	51034				
AVT 10	10	51034				
AVT 11	11	GWALVAL70	51034			
AVT 12	12	GWALVAL20	51034			
AVT 13	13	51001				

Query Guidata : Maschera

Estrazione guidata dei dati

Periodo di riferimento

Data Campagna / e: Anno / e:

Dal giorno: PRI00 03/04/00 12/05/00 2000
 NOV99 09/11/99 14/12/99 1999
 AUT99 02/09/99 14/10/99 1998
 PRI99 18/05/99 28/05/99 1997
 Al giorno: INV99 24/01/99 02/03/99 1995
 AUT98 24/10/98 23/12/98 1994

Acquifero

AVT	Alta Valle del Tevere	Alluvionale
CEU	Conca Eugubina	Alluvionale
CTR	Conca Ternana	Alluvionale
CUC	Strutt. Monte Duccio - Citurno	Carbonatico
MAN	Strutt. Monti di Amelia - Narni	Carbonatico
MGU	Strutt. Monti di Gubbio	Carbonatico
MMA	Strutt. Monti Martani	Carbonatico

Genera nuovo elenco campi
 Seleziona campi
 Visualizza
 Salva selezione con nome...
 Apri selezione salvata

Visualizzazione Maschera

Start Progetto PRISMAS

Schema relazionale

Facile consultazione

•Da PRISMAS al DWH aziendale

ornamento

Elaborazioni cartografiche

ArcView GIS 3.2

File Modifica Tabella Campo Finestra ?

9 di 90 selezionati

valle umbra2.apr

Nuovo Apri Aggiung

Attributi di Aree inquinate da nitrati
Attributi di Aree inquinate da nitrati1993.shp
Attributi di Aree di Media elementi 98-99.shp
Attributi di Conducibb vum.shp
Attributi di Dif no3.dbf
Attributi di Dif no3.dbf
Attributi di Idrografia principale
Attributi di Idrografia principale
Attributi di Idrografia principale.shp
Attributi di Icocone.shp
Attributi di Limiti acquifero.shp
Attributi di Media elementi 98-99.shp
Attributi di Media nitrati campagne 1999
Attributi di No3vum_media99.dbf
Attributi di Organo alogenati
Attributi di Piccosum.dbf
Attributi di Principali centri abitati.shp
Attributi di Principali centri abitati.shp
Attributi di Rischio primas.shp
Attributi di Un inquinante organico minore cma2.shp
Attributi di Un inquinante organico minore cma3.shp
Attributi di Variazione dei nitrati (NO3) tra 90 e 99
Attributi di Vulnerabilità.shp
dif no3.dbf

Attributi di Aree inquinate da nitrati
Attributi di Aree inquinate da nitrati1993.shp
Attributi di Aree di Media elementi 98-99.shp
Attributi di Conducibb vum.shp
Attributi di Dif no3.dbf
Attributi di Dif no3.dbf
Attributi di Idrografia principale
Attributi di Idrografia principale
Attributi di Idrografia principale.shp
Attributi di Icocone.shp
Attributi di Limiti acquifero.shp
Attributi di Media elementi 98-99.shp
Attributi di Media nitrati campagne 1999
Attributi di No3vum_media99.dbf
Attributi di Organo alogenati
Attributi di Piccosum.dbf
Attributi di Principali centri abitati.shp
Attributi di Principali centri abitati.shp
Attributi di Rischio primas.shp
Attributi di Un inquinante organico minore cma2.shp
Attributi di Un inquinante organico minore cma3.shp
Attributi di Variazione dei nitrati (NO3) tra 90 e 99
Attributi di Vulnerabilità.shp
dif no3.dbf

Attributi di Aree di Media elementi 98-99.shp

Shape	Shape	ID_PA	CodAcqui	CodPrimas	UTMX	UTMY	MediaNO2	MediaNO3
Point	Point	3184	VUM	60	296618.000000	4772050.000000	56.095239	55.3
Point	Point	3159	VUM	62	296058.000000	4774190.000000	118.095240	110.7
Point	Point	3165	VUM	57	299728.000000	4775830.000000	48.566667	37.9
Point	Point	3187	VUM	63	298088.000000	4771680.000000		
Point	Point	3192	VUM	61	299768.000000	4772240.000000		
Point	Point	3217	VUM	55	299578.000000	4777050.000000		
Point	Point	3224	VUM	65	297948.000000	4770240.000000		
Point	Point	3225	VUM	66	298008.000000	4769400.000000		
Point	Point	3269	VUM	58	299680.000000	4773850.000000		
Point	Point	3625	VUM	85	313950.000000	4759675.000000		
Point	Point	3632	VUM	91	314800.000000	4754350.000000		
Point	Point	3653	VUM	90	311100.000000	4756675.000000		
Point	Point	3671	VUM	80	301525.000000	4762250.000000		
Point	Point	3700	VUM	92	315125.000000	4749500.000000		
Point	Point	3727	VUM	81	303525.000000	4761500.000000		
Point	Point	3735	VUM	42	311125.000000	4746475.000000		
Point	Point	3742	VUM	94	315750.000000	4745075.000000		
Point	Point	3748	VUM	95	317775.000000	4743900.000000		
Point	Point	3761	VUM	97	316675.000000	4741175.000000		
Point	Point	3796	VUM	100	313180.000000	4741350.000000		
Point	Point	3838	VUM	82	304700.000000	4759050.000000	2.485238	0.2
Point	Point	3853	VUM	98	317600.000000	4738380.000000	84.142880	96.3

Nitrati

Isocone sulle medie dei nitrati del 1990

Medie nitrati campagne 1999

- 0 - 10 mg/l
- 10 - 25 mg/l
- 25 - 50 mg/l
- 50 - 100 mg/l
- >100 mg/l

Idrografia principale

Principali centri abitati

Vulnerabilità (da pubblicazione n° 250 e 4)

- R1 - Falda libera in materiali alluvion
- R2 - Falda in materiale alluvion
- C3 - Falda in pressione protetta - Al
- H3 - Rete acquifera in calcari fessu
- D4 - Falda protetta in materiali fluor
- E4 - Falda libera in depositi laust
- F5 - Falda libera in materiali fluor
- O5 - Complesso omissso a renaceo

Limiti de l'acquifero della Valle Umbra

Zone vulnerabili da nitrati

Assisi
S. Maria degli Angeli
Carnara
Spello
Bevagna

Attributi di Aree di Media elementi 98-99.shp

Campi

[Shape]
[Shape]
[ID_PA]
[CodAcqui]
[CodPrimas]
[UTMX]
[UTMY]

Valori

"VUM"

[ID_PA] = 3184 or [CodAcqui] >= "VUM"

Aggiorna i valori

Nuovo set
Aggiungi al set
Selezione dal set

18.13

Creazioni di cartografia tematica

Elaborazioni informazioni alfanumeriche

Interrogazioni geografiche

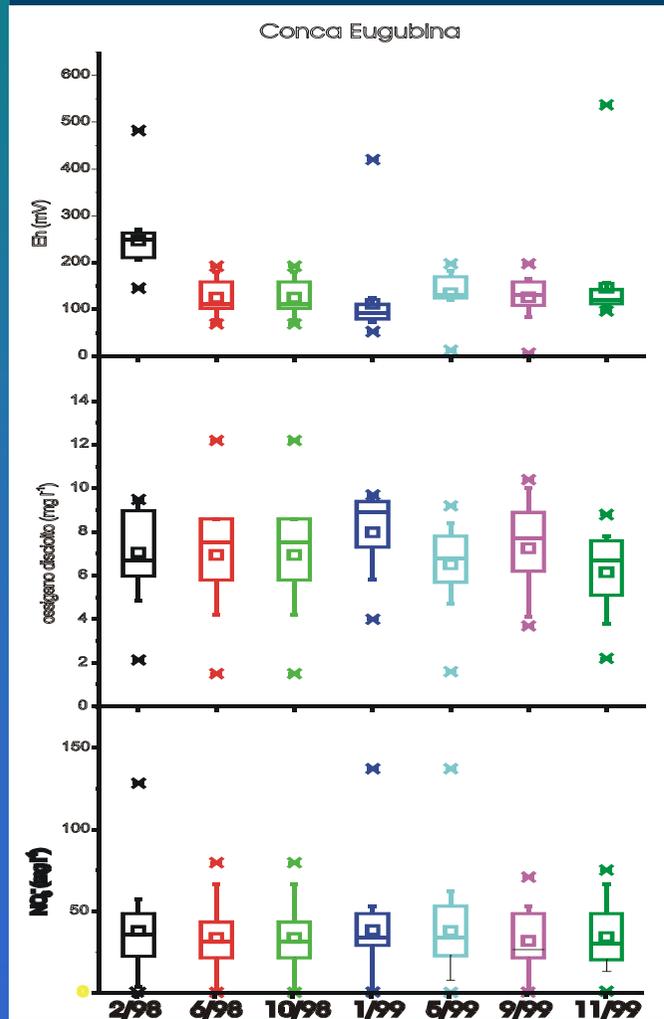
Fase 4 di sviluppo

■ **ELABORAZIONE DATI E VALUTAZIONI METODOLOGICHE**

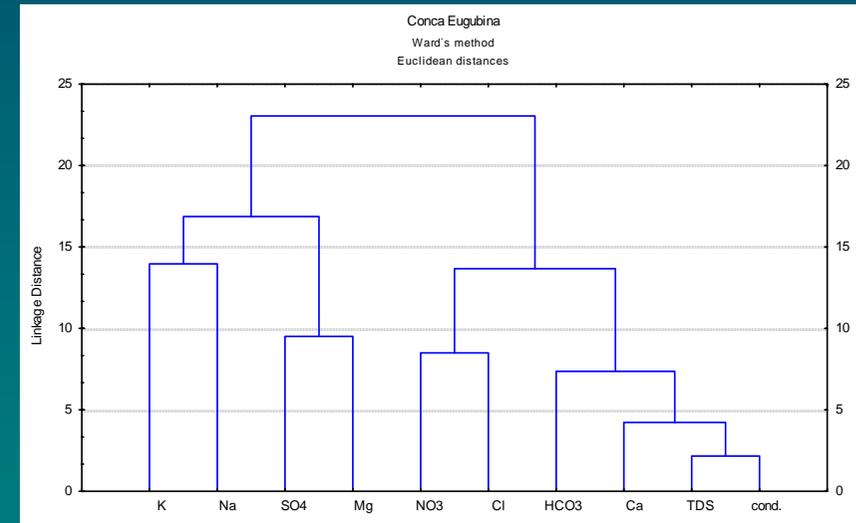
- **DATI IDROGEOLOGICI:** piezometrie, portate sorgive
- **GEOCHIMICA DI BASE , INDICATORI, INQUINANTI E
MICROINQUINANTI:** geostatistica, cluster, tendenze temporali,
- **CLASSIFICAZIONE 152**
- **CARTOGRAFIE:** per parametri, variazioni, valori medi, di sintesi, per
acquifero, a scala regionale
- **MISURE DI TERRENO E LABORATORIO**
- **TEMPI E COSTI DELLA RETE**

Strumenti per l'elaborazione dei dati chimici

Perugia, 15 settembre 2005, Seminario Metodologie complessive di screening per il monitoraggio delle acque sotterranee



Statistica non-parametrica, boxplots e cronogrammi.



Studio delle correlazioni tra le variabili (analisi cluster)

Indicatori generali

Perugia, 15 settembre 2005, Seminario Metodologie complessive di screening per il monitoraggio delle acque sotterranee

Indicatore	Vantaggi ed applicabilità	Svantaggi e/o limiti di applicabilità
NO_3	Sempre utilizzabile, analisi semplici e ripetibili, indica inquinamenti da fertilizzanti, impianti zootecnici, scarichi	Nessuno
Cond., Na, Cl, SO_4	Variazioni significative di questi parametri accompagnano spesso inquinamenti di tipo diffuso	Da soli non forniscono indicazioni univoche
O.D.	Indica un consumo di ossigeno legato alla presenza di materia organica ossidabile	Misura poco stabile
Eh	Fornisce indicazioni simili ad O.D. ma è più semplice da misurare	Fornisce solo indicazioni generiche
NH_4^+	Presente in condizioni riducenti. La sua presenza, in condizioni di metastabilità, contemporaneamente a quella di nitrati e/o nitriti indica un inquinamento recente da scarichi (civili o zootecnici)	Può essere dovuto ad una produzione naturale dell'acquifero (e.g. Cannara)

Fase 5 di sviluppo

■ RETE ESECUTIVA

- **OTTIMIZZAZIONE RETICOLO:** specializzazione dei punti di misura, diversificazione per situazioni idrogeologiche e tipo di pressione
- **OTTIMIZZAZIONE ANALISI:** sistema modulabile di campionamento, automazione misure di livello e rilevazioni da parte dei gestori, cicli di prelievi per background, campagne di screening
- **COMPLETAMENTO DEI CONTROLLI SUGLI ADDIZIONALI** per la classificazione del 152
- **DIFFUSIONE RISULTATI CON SUPPORTI CARTOGRAFICI** anche via web (sistema informativo arpa)

Fase 6 delle attività

- **DIVULGAZIONE DEI RISULTATI**
 - DIVULGAZIONE INFORMATIVA IN RETE INTERNET (SINTESI)
 - DIVULGAZIONE VIA INTRANET AI SOGGETTI ISTITUZIONALI (ACCESSO AI DATI)
 - RSA, PUBBLICAZIONI, RIVISTA ARPA