

RICARICA DELLA CONOIDE DEL MARECCHIA
Rimini 15 aprile 2016

Modellistica del flusso delle acque sotterranee della conoide del Marecchia

Andrea Chahoud, Arpae

Modelli di flusso acque sotterranee: cosa fanno ?

Modello di flusso acque sotterranee



- Ricostruisce le complesse dinamiche del moto dell'acqua nel sottosuolo in rapporto alla capacità di ricarica del sistema (pioggia, rapporti falda-fiume) ed al suo sfruttamento (prelievi).
- In Output fornisce la distribuzione del carico idraulico ed i bilanci di massa nello spazio e nel tempo.
- In regime transitorio permette la valutazione delle variazioni di immagazzinamento di acqua all'interno del sistema.

ED EVENTUALMENTE

Modello di trasporto (ad es. nitrati)



- Calcola l'evoluzione nello spazio e nel tempo della concentrazione dei nitrati. Effettua i bilanci di massa.

Modello di subsidenza

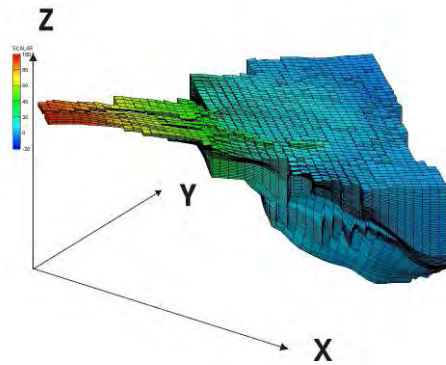


- Calcola la compattazione dei sedimenti in funzione delle variazioni nel tempo del carico idraulico.
- In Output calcola l'abbassamento del suolo e sua evoluzione nello spazio e nel tempo.

Il modello di flusso delle acque sotterranee della conoide del Marecchia



STUDIO DELLA CONOIDE ALLUVIONALE DEL
FIUME MARECCHIA: ANALISI QUALI-QUANTITATIVA A
SUPPORTO DELLA CORRETTA GESTIONE DELLA
RISORSA IDRICA



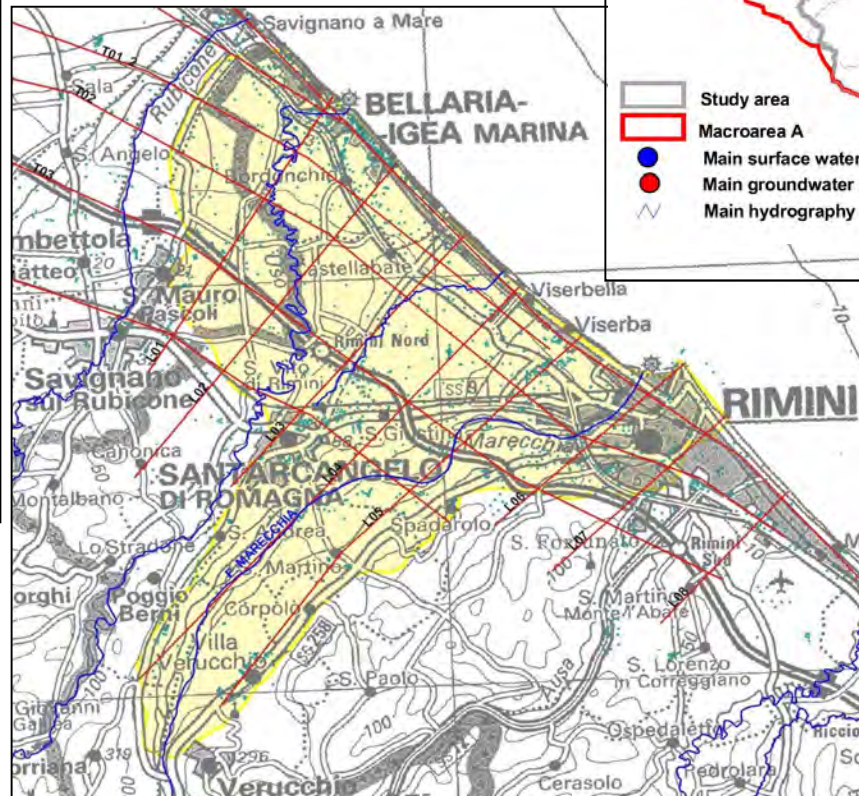
Relazione



Ingegneria Ambientale

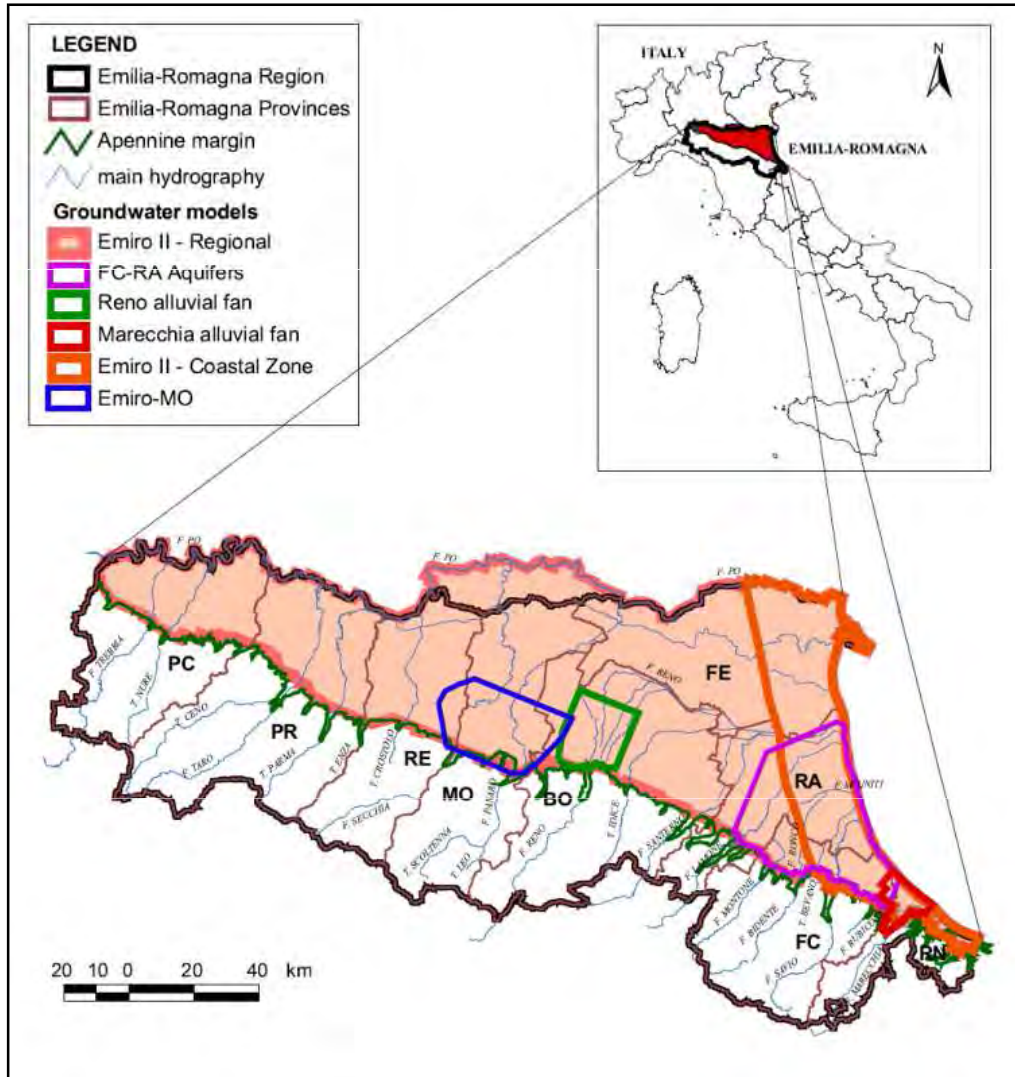
Rev. 0, giugno 2006

Con:
Regione Emilia-Romagna
Provincia di Rimini
Autorità di Bacino del
Marecchia-Conca
AMIR S.p.A. (ora Hera
S.p.A)
Romagna Acque



Bologna, luglio 2006

Il contesto della modellistica in Emilia-Romagna



Modello di flusso	Prima implementazione	Modello associato	Aggiornamenti	Periodo calibrazione
EMIRO-II-Regionale	2003	Nitrati	2007 2009 2014	2003- 2011
Conoide del Reno	2005	Subsidenza	2008	1983-2006
Conoide del Marecchia	2006	Nitrati	Dal 2007 ad oggi	2001-2015
EMIRO-II-Modena	2013	Nitrati (in corso)	In corso	2002-2012
EMIRO-II-Costa	2010	Subsidenza	-	2002-06
Acquiferi FC-RA	2004	-	-	1997-98

Tutte le attività sono state sviluppate all'interno di progetti finanziati principalmente dalla Regione Emilia-Romagna (Servizio Tutela e Risanamento Risorsa Acqua, Agenzia Regionale di Protezione Civile, Servizio Difesa del Suolo e della Costa) ma anche da altri Enti (AdB, Hera Rimini, Atersir).

Fasi di sviluppo e utilizzo del modello

1. Costruzione



2. Calibrazione



3. Utilizzo



4. Aggiornamento/
Verifica



COSTRUZIONE DEL MODELLO

- definizione del modello concettuale, della geometria e della struttura del sistema;
- parametrizzazione del modello;
- definizione delle condizioni al contorno;
- dati piezometrici;
- dati sui fiumi;
- dati sui prelievi;
- dati sulle ricariche.

GESTIONE DEL MODELLO

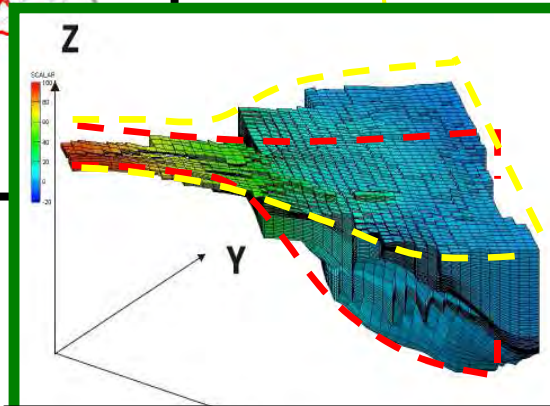
- aggiornamento dei dati (prelievi, ricariche, fiumi) per prolungare il periodo di simulazione coperto dal modello;
- eventuale acquisizione di nuovi dati strutturali/litologici;
- continua verifica del modello in funzione delle nuove osservazioni disponibili (dati piezometrici);
- **utilizzo del modello in situazioni specifiche.....**

Costruzione del modello della Conoide del Marecchia

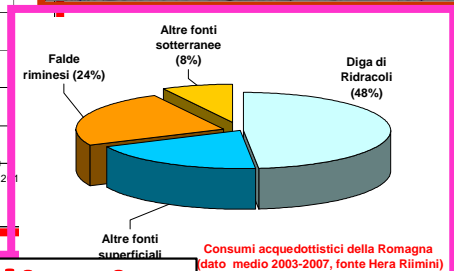
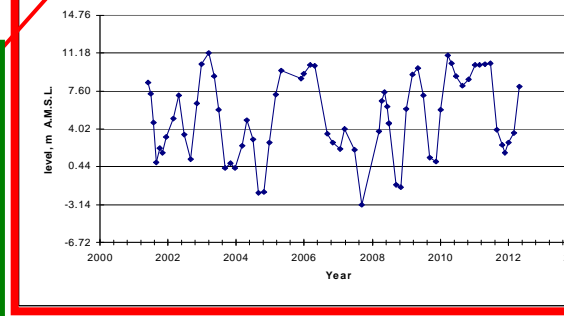
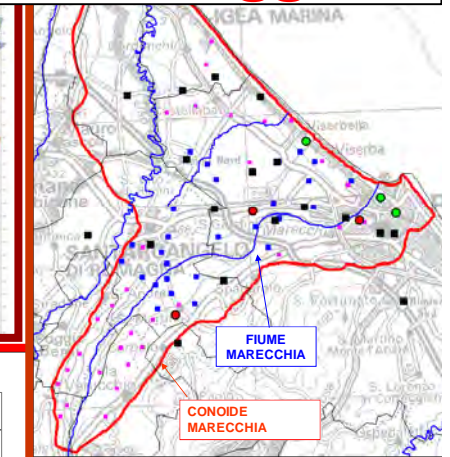
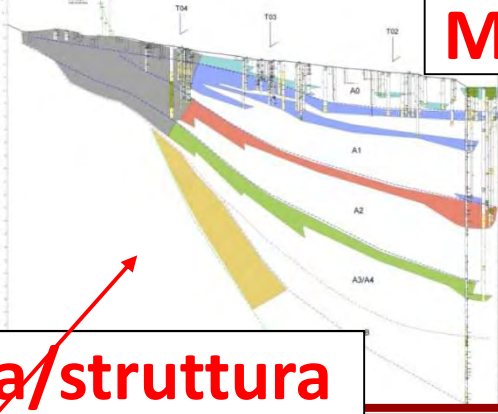
Il contesto territoriale



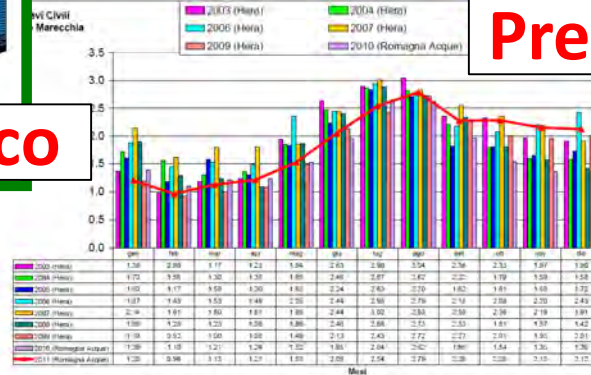
Idrogeologia/struttura



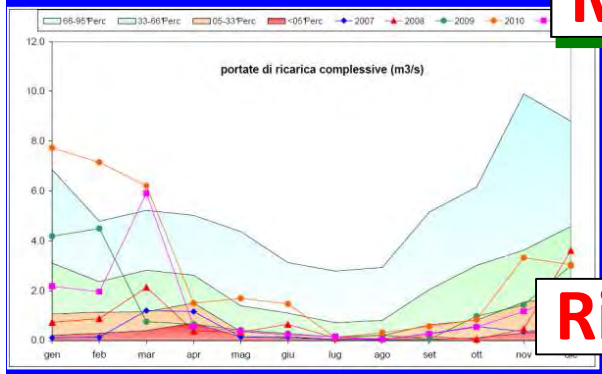
Monitoraggio



Prelievi



Modello numerico



Ricariche

Utilizzo del modello della Conoide del Marecchia

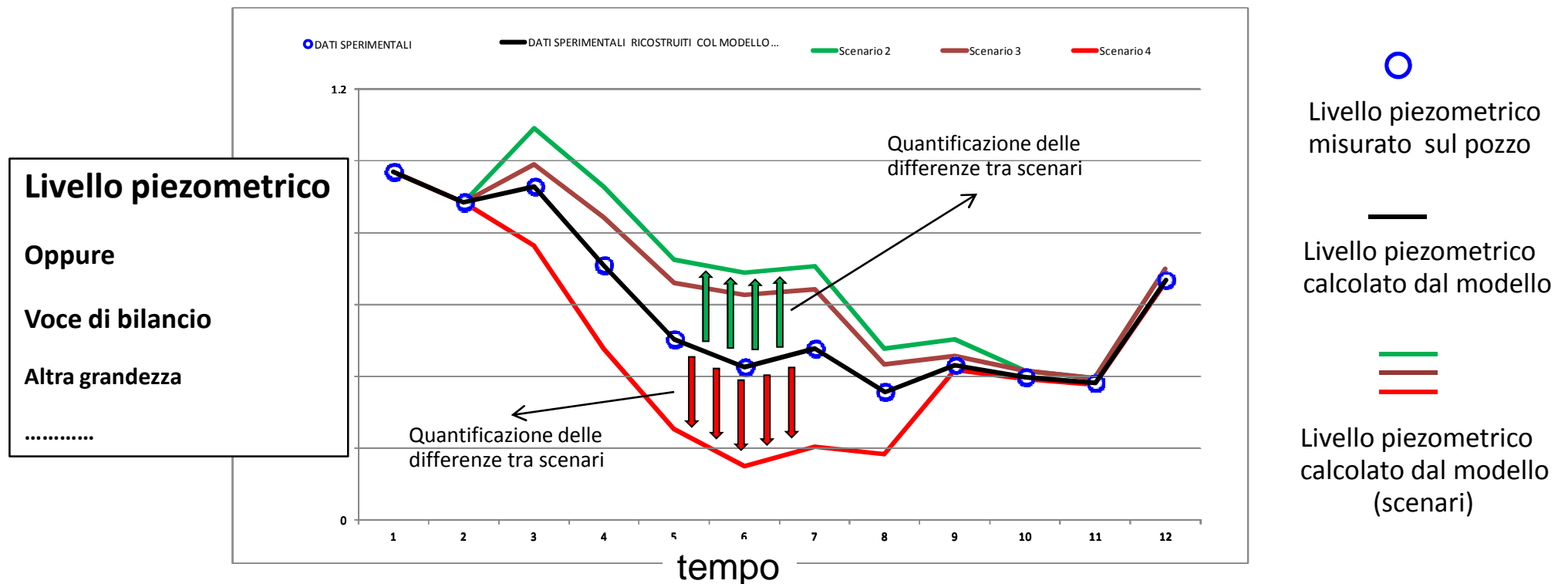
- 1 **2006** nasce all'interno dello *"Studio della conoide alluvionale del fiume Marecchia: analisi qualitative a supporto della gestione sostenibile della risorsa idrica"*
- 2 **2007** primo aggiornamento e "attualizzazione" del modello (collaborazione con Hera Rimini). Supporto alla gestione operativa dei campi pozzi Hera durante il periodo di scarsità idrica dell'estate di quello stesso anno.
- 3 **2008** aggiornamento continuo a supporto della previsione e gestione delle emergenze idriche per il territorio della Romagna. (Gruppo di lavoro siccità)
- 4 **2008** utilizzo per la valutazione gli effetti sulle acque sotterranee di un possibile intervento di ricarica artificiale della falda.
- Nel 2014** la Regione Emilia-Romagna (Servizio Geologico e Servizio Tutela e Risanamento risorsa acqua) ha avviato la fase di sperimentazione della ricarica artificiale della conoide del Marecchia dando così continuità al precedente studio di fattibilità.
- 5 **2015** supporto modellistico alla sperimentazione in atto. Approfondimenti specifici sono in corso per migliorare la modellazione della dinamica di interazione falda-fiume-lago di ricarica.

Utilizzo del modello attraverso simulazioni di scenario dedicate – Premessa metodologica per l'analisi

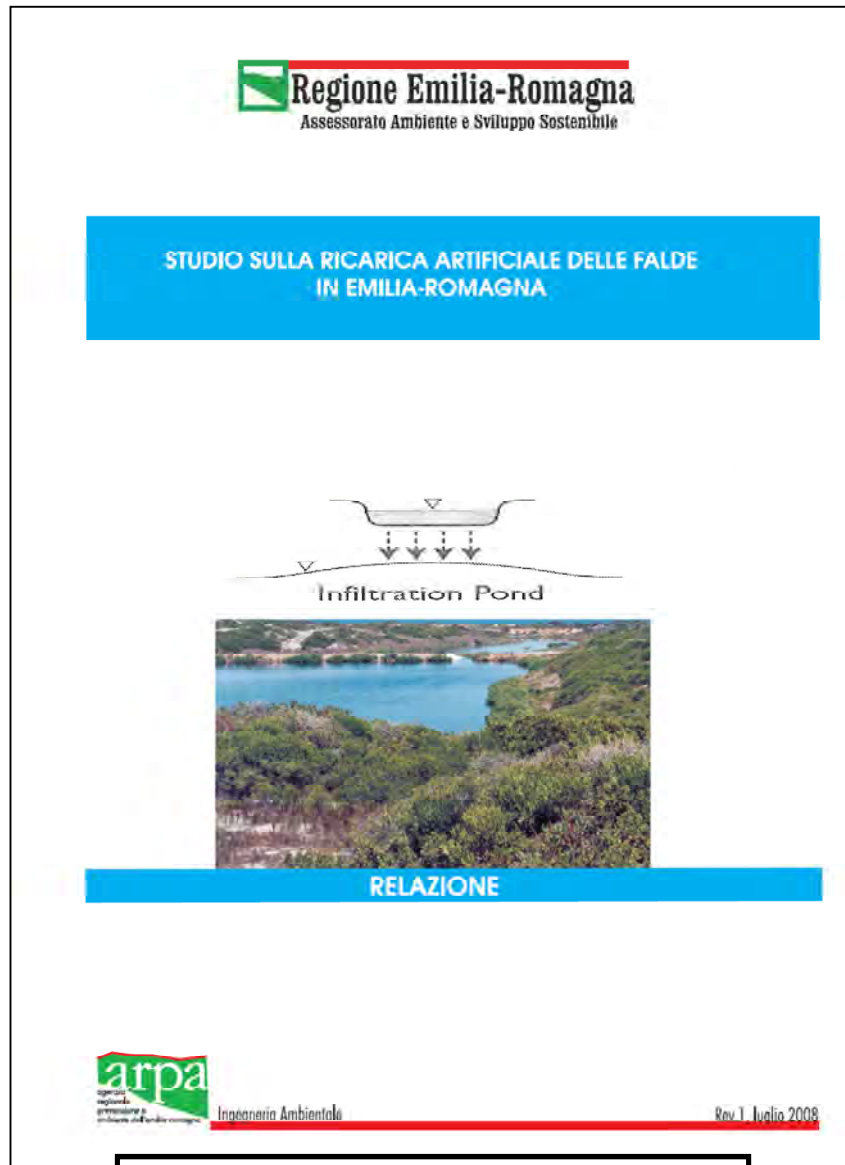
I dati sperimentali si riferiscono all'assetto corrente dell'impianto di ricarica

Il modello numerico è in grado di ricostruire l'assetto corrente dell'impianto di ricarica

La modellistica permette di ricostruire diverse situazioni attraverso ipotesi di scenario (ad es. variazioni della portata della ricarica controllata)



Utilizzo del modello a supporto dello studio di fattibilità della ricarica controllata della falda



Realizzazione di simulazioni modellistiche dedicate e finalizzate alla valutazione dell'effetto della ricarica controllata sull'intero sistema di flusso sotterraneo della conoide.

L'effetto della ricarica controllata può essere misurato:

- ☐ in termini di incremento dei **livelli piezometrici** (nello spazio e nel tempo)
- ☐ in termini di **bilancio idrogeologico** ovvero dei quantitativi di acqua ricaricata che effettivamente rimangono disponibili all'interno degli immagazzinamenti degli acquiferi



Viene quindi fornita una stima dell'efficienza dell'impianto di ricarica (valutazione quantitativa)

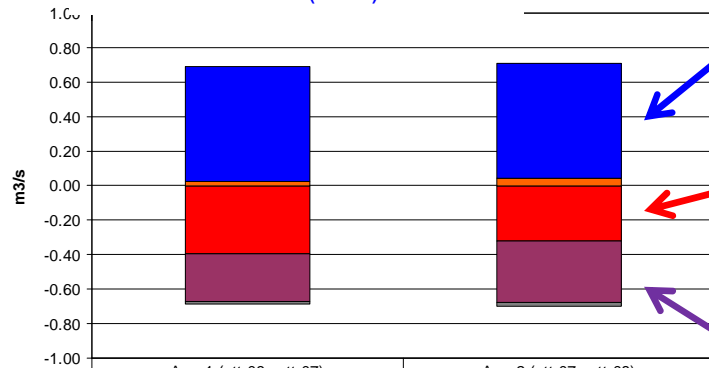
Bologna, luglio 2008

Utilizzo del modello a supporto dello studio di fattibilità della ricarica controllata della falda

Caso 1: presenza di ricarica (MAR)
da ottobre a maggio per due anni consecutivi.
Portata di infiltrazione ipotizzata 1 m³/s.

Caso 0: assenza della
ricarica (MAR)

Bilancio annuale (m³/s)



Acqua in ingresso con la ricarica controllata:
0.67 m³/s (da gen a dic)

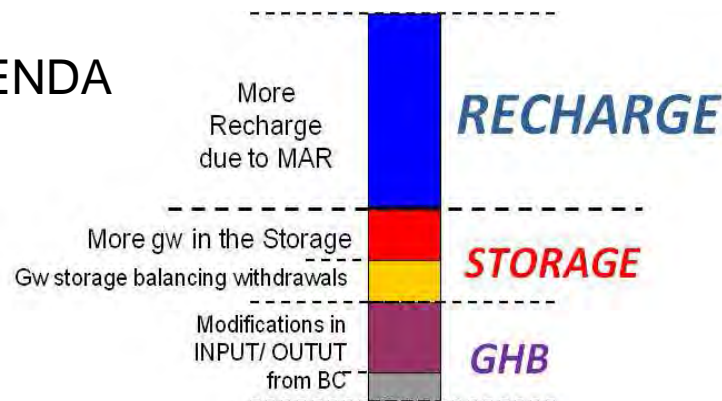
Variazione immagazzinamenti:
0.36 m³/s (/0.67 m³/s da gen a dic)

Variazione flussi laterali :
0.32 m³/s (/0.67 m³/s da gen a dic)

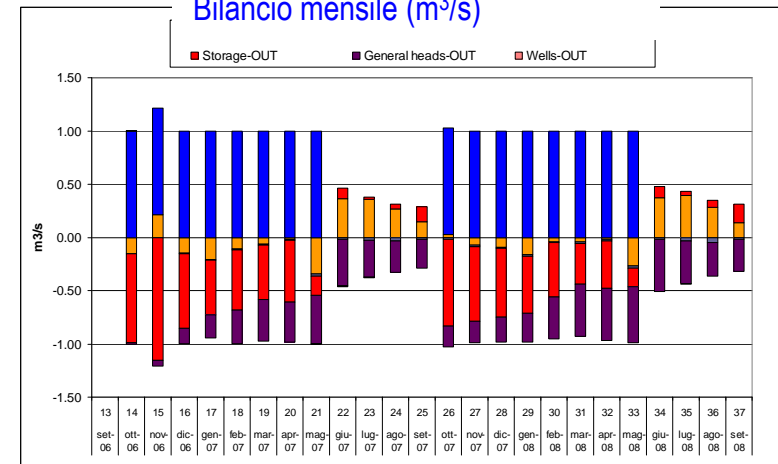
STIMA EFFICIENZA MEDIA ~ 53%

	Anno1 (ott-06-sett-07)	Anno2 (ott-07-sett-08)
■ Recharge-IN	0.67	0.67
■ Storage-IN	0.03	0.04
■ General heads-IN	-0.01	-0.02
■ Wells-OUT	0.00	0.00
■ General heads-OUT	-0.28	-0.36
■ Storage-OUT	-0.39	-0.32

LEGENDA



Bilancio mensile (m³/s)



Utilizzo del modello a supporto della sperimentazione della ricarica controllata della falda



OBIETTIVO

miglioramento delle performance
specifiche del modello utilizzato a supporto
della sperimentazione della ricarica
controllata della falda

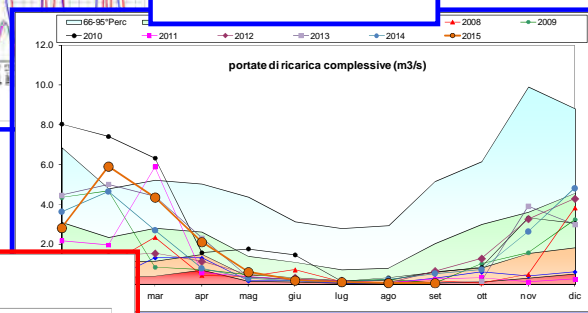
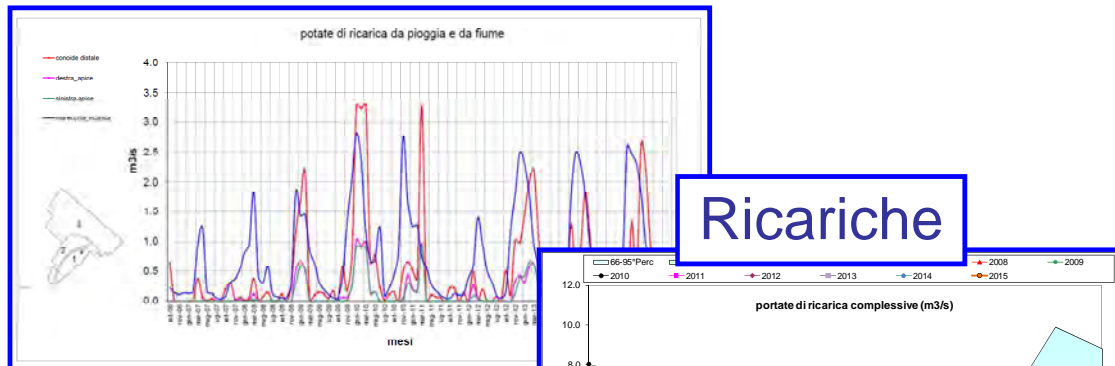
PERSEGUIBILE ATTRAVERSO

1. Il continuo aggiornamento dati del modello di flusso delle acque sotterranee;
2. la verifica di dettaglio del comportamento del modello di flusso nella zona dei laghi attraverso le nuove disponibilità di dati del monitoraggio dedicato;
3. l'utilizzo di un nuovo modulo dedicato per la simulazione specifica della interazione falda-fiume;
4. l'utilizzo di un nuovo modulo dedicato per la simulazione specifica della interazione falda-lago;
5. l'utilizzo del modello attraverso simulazioni di scenario dedicate

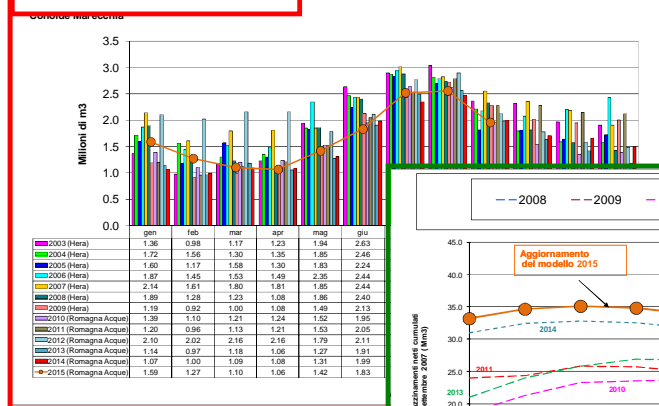
Continuo aggiornamento del modello di flusso delle acque sotterranee

2014					2015											
	set	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
					Simulazioni di scenario 12 mesi 2015											
	set	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set			
					Aggiornamento del modello											

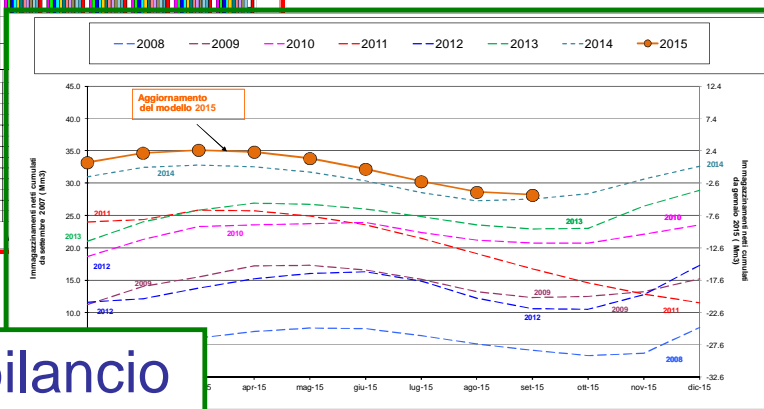
Ultimo aggiornamento dati effettuato:
settembre 2015



Prelievi



Risultati del bilancio

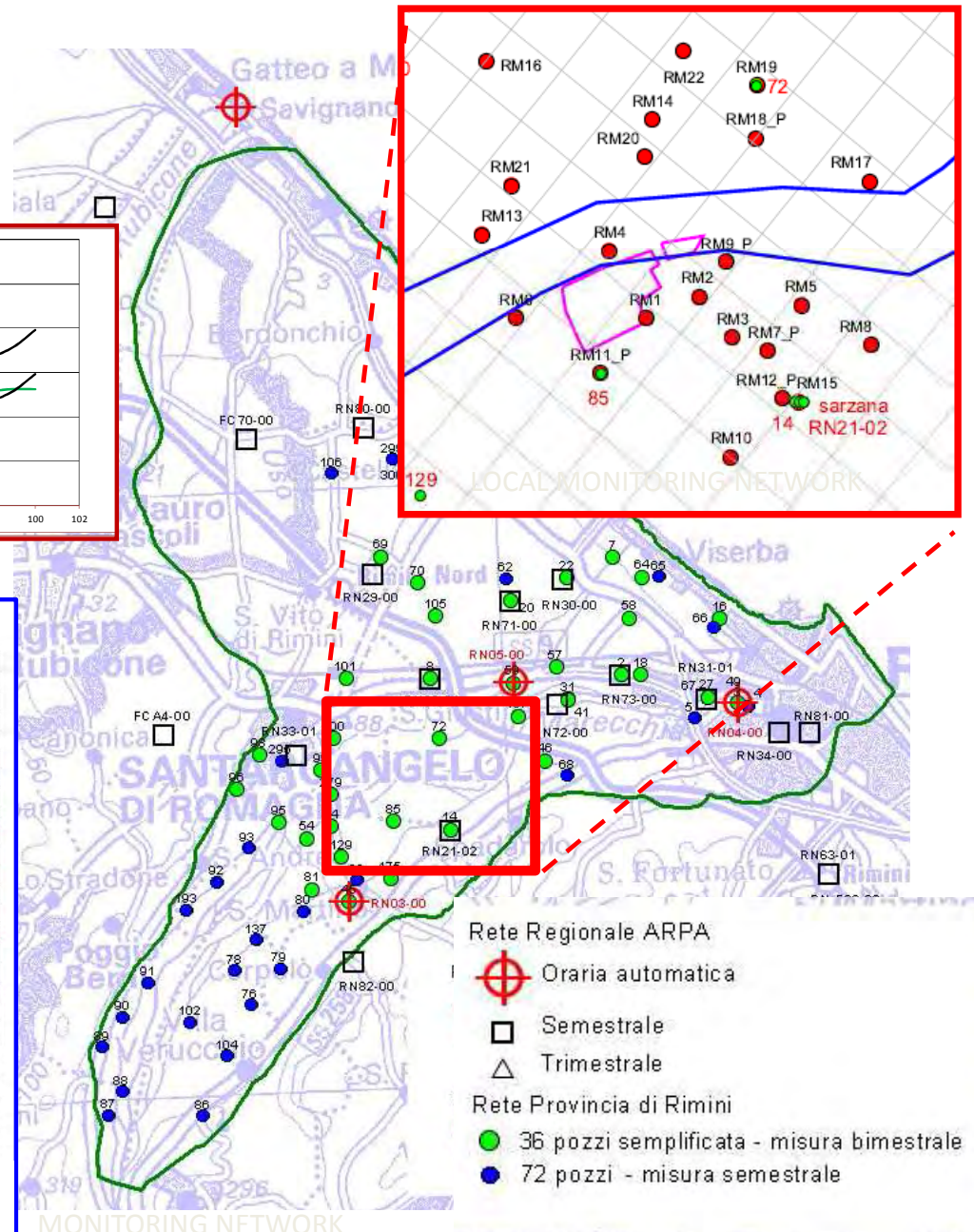
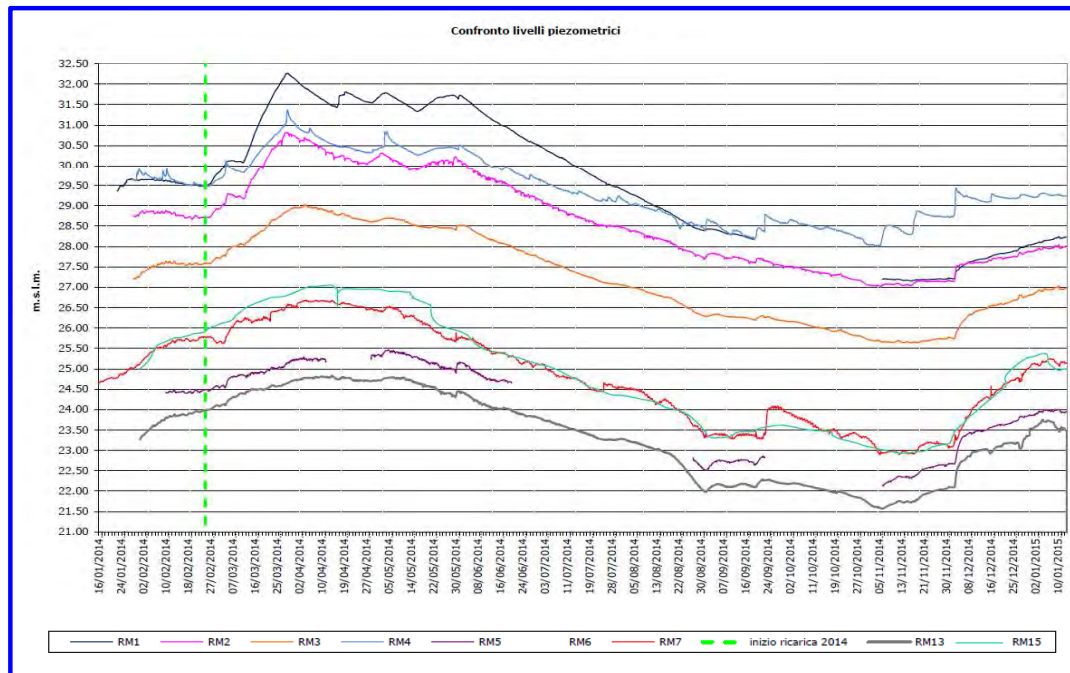
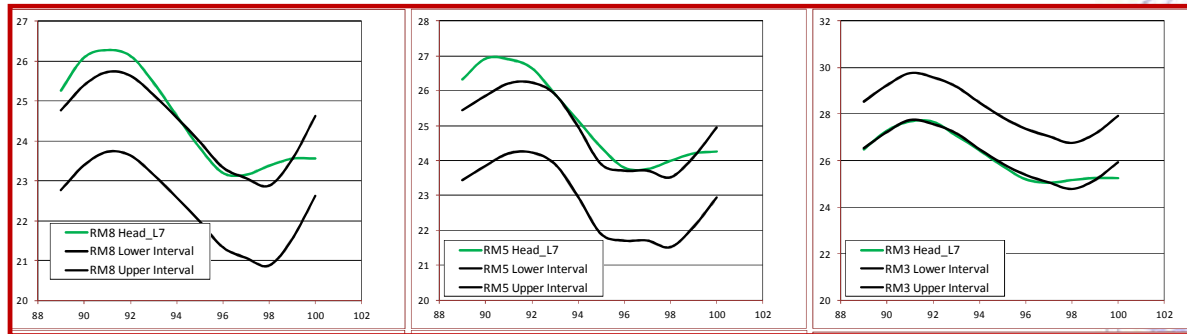


Il modello per poter efficacemente supportare la sperimentazione (e l'eventuale futura gestione) dell'impianto di ricarica controllata delle falde, deve essere aggiornato **"quasi in tempo reale"**.

Il modello deve via via seguire l'arco temporale di riferimento dedicato alla sperimentazione

Verifica di dettaglio del comportamento del modello di flusso nella zona dei laghi

Importazione dei **nuovi dati del monitoraggio** dedicato per una migliore calibrazione del modello in prossimità del lago

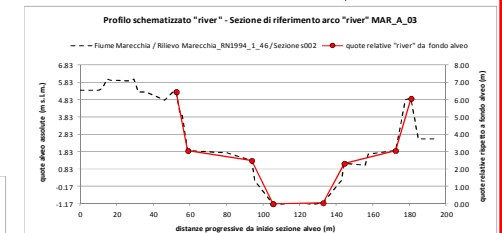
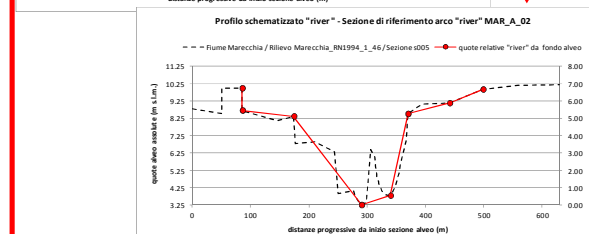
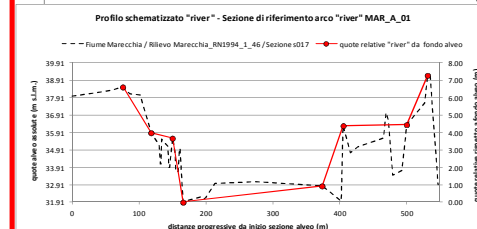
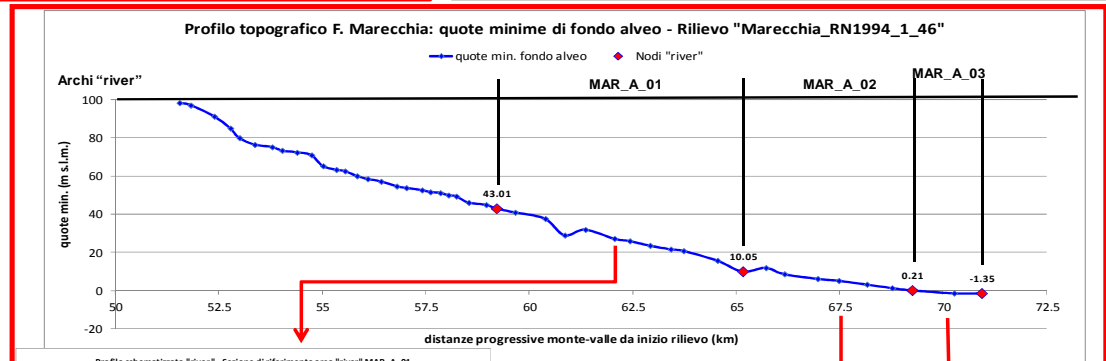
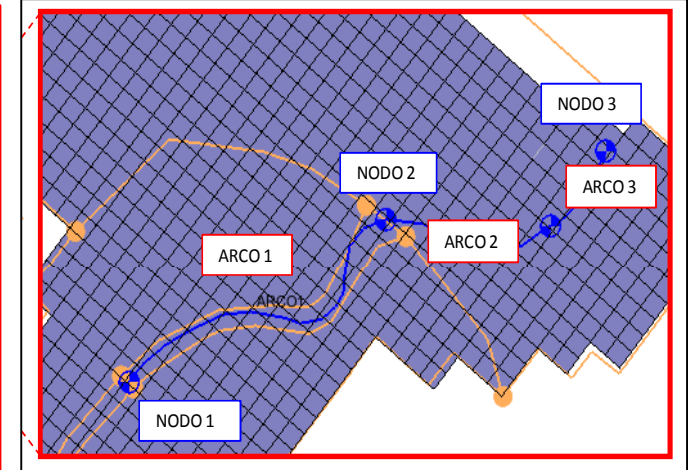
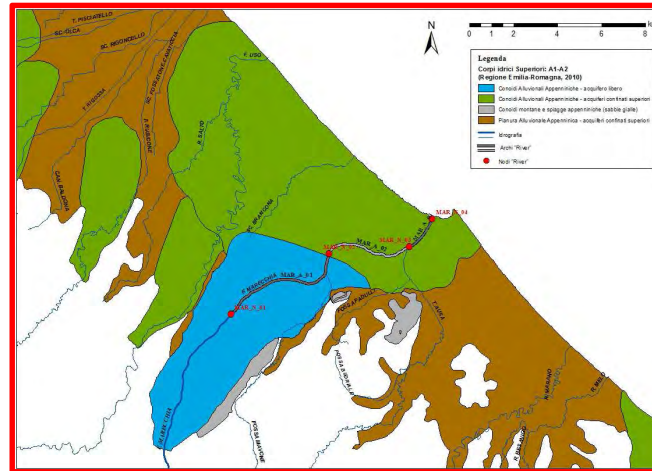


Utilizzo di un nuovo modulo dedicato per la simulazione specifica della interazione falda-fiume

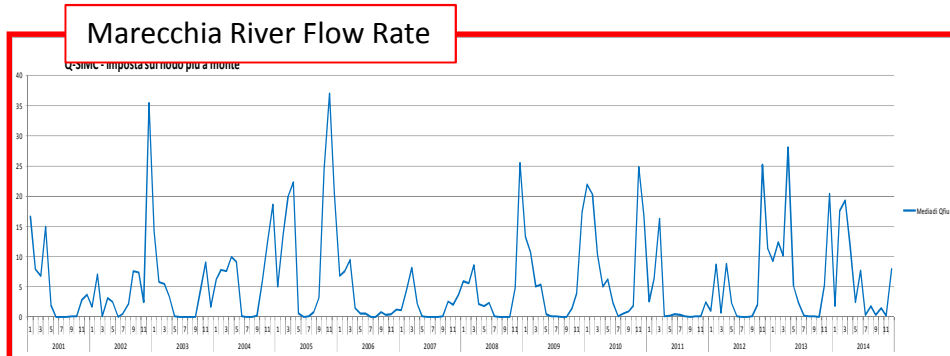
Modellazione esplicita dell'interazione falda-fiume :
Modflow SFR2, (Stream-flow routing package)

Il modulo SFR2 tiene conto della portata fluente in alveo, di eventuali apporti e/o diversioni (split) e della direzione del flusso

Il tirante idraulico è calcolato a partire dalla portata fluente in alveo ed in funzione della morfologia dell'alveo (perimetro bagnato)

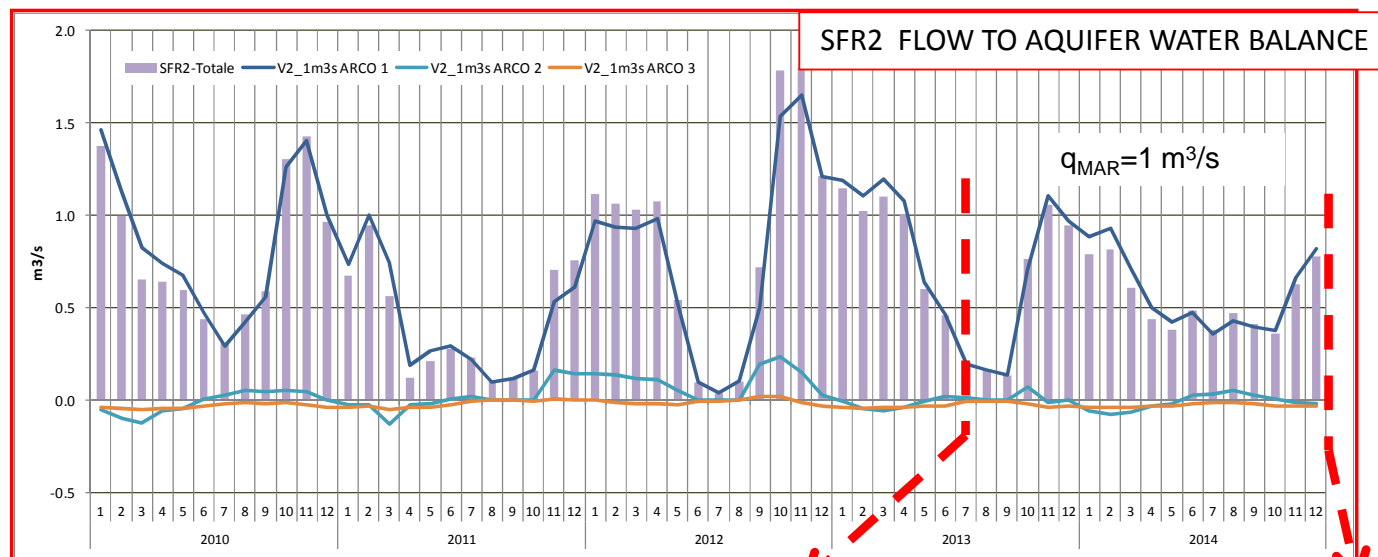
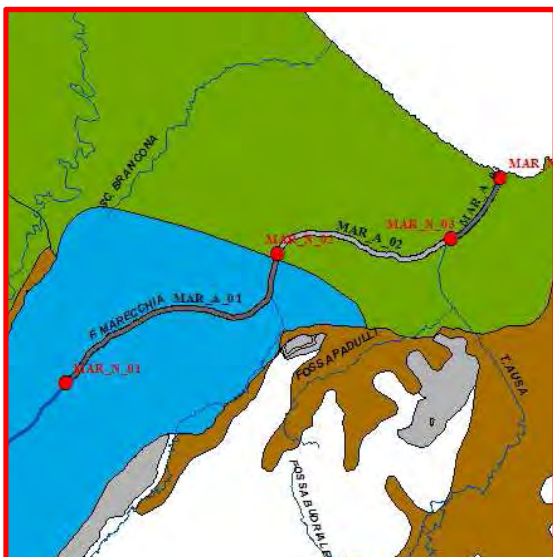


schematizzazione dell'alveo per l'SFR2, quote minime alveo, morfologie sezioni alveo



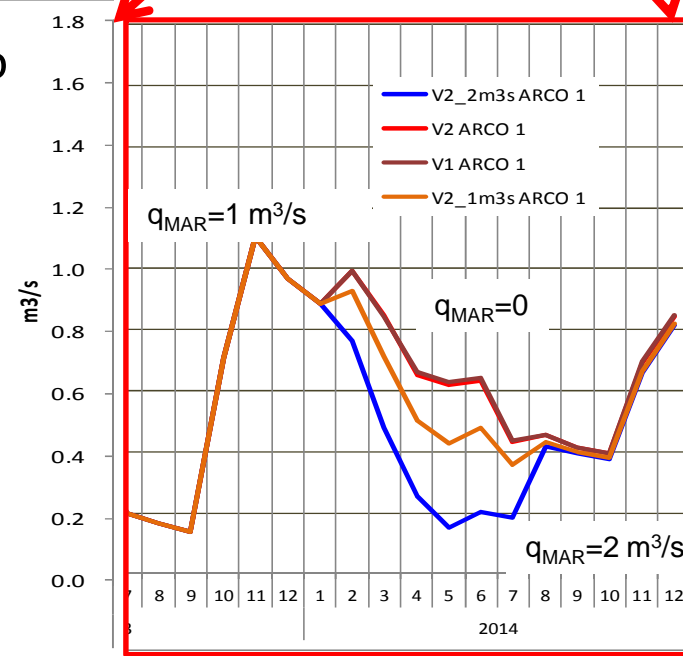
Risultati: analisi del comportamento del fiume al variare della portata di ricarica controllata della falda

Analisi del bilancio del modulo SFR2: ricarica operata dai diversi tratti del fiume.



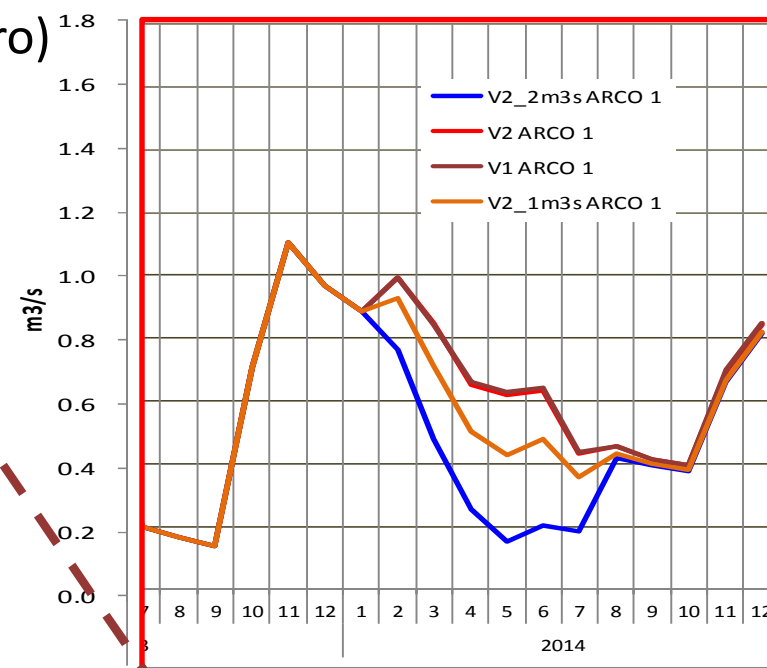
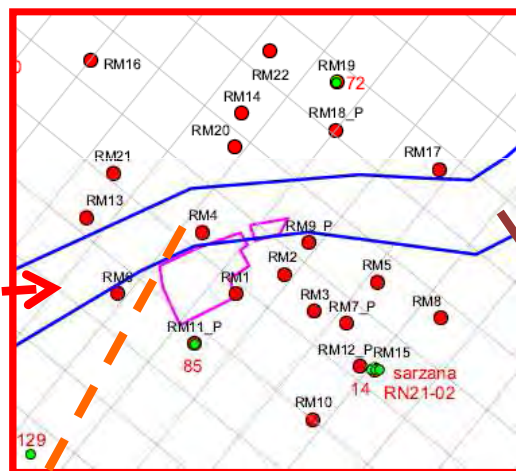
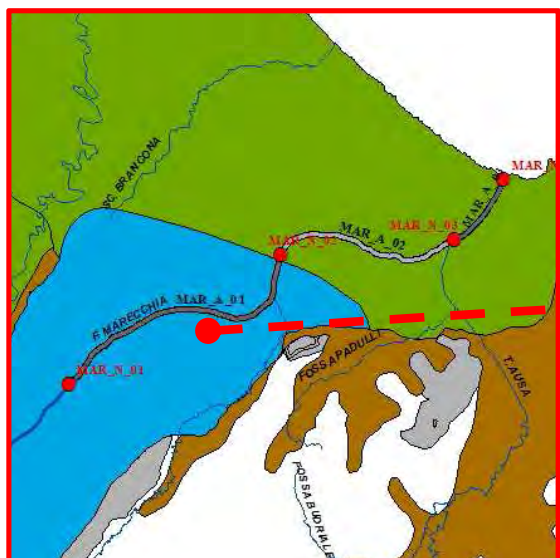
Incidenza di una diversa ricarica controllata operata dal lago sulla ricarica naturale operata dal fiume

- ☐ Analisi di dettaglio del bilancio dell'arco 1 (acquifero libero)
- ☐ Al crescere della portata di alimentazione del lago cala l'alimentazione operata dal fiume
- ☐ Valutazione valida per lo specifico contesto idrogeologico (anno 2014)
- ☐ L'analisi può essere ulteriormente sviluppata

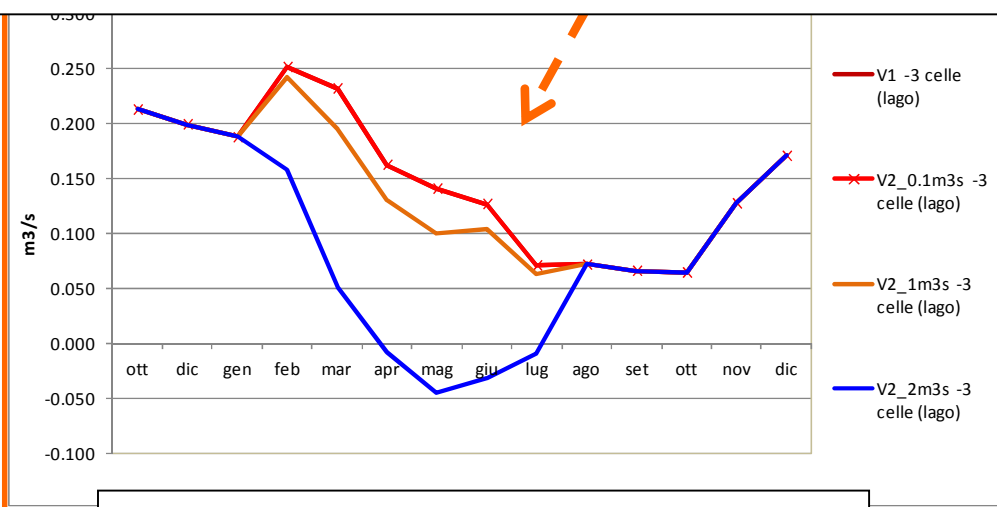


Risultati: analisi del comportamento del fiume al variare della portata di ricarica controllata della falda

Analisi di dettaglio del bilancio dell'arco 1 (acquifero libero)

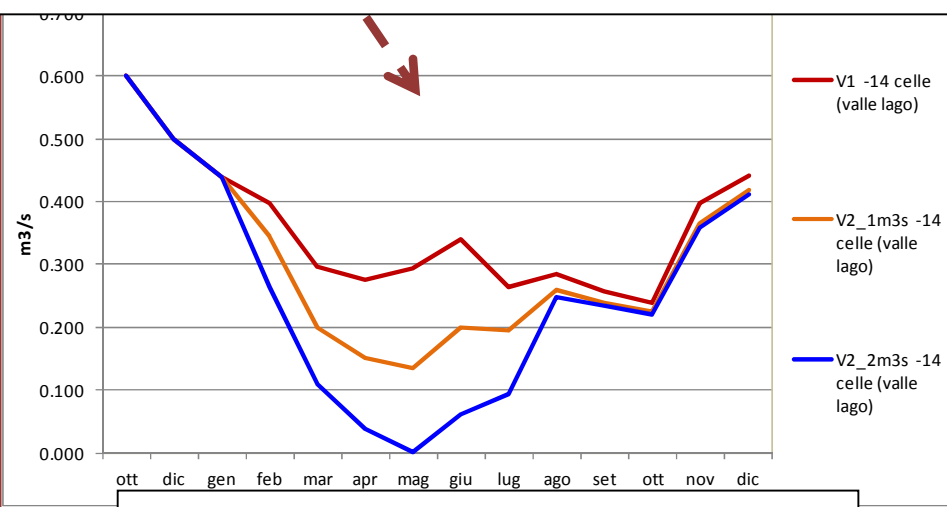


Ricarica operata dal fiume nel tratto in prossimità del lago



Celle del fiume adiacenti al lago (3/22)

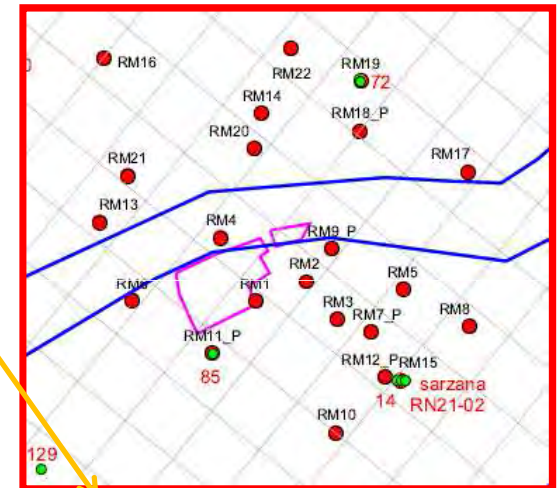
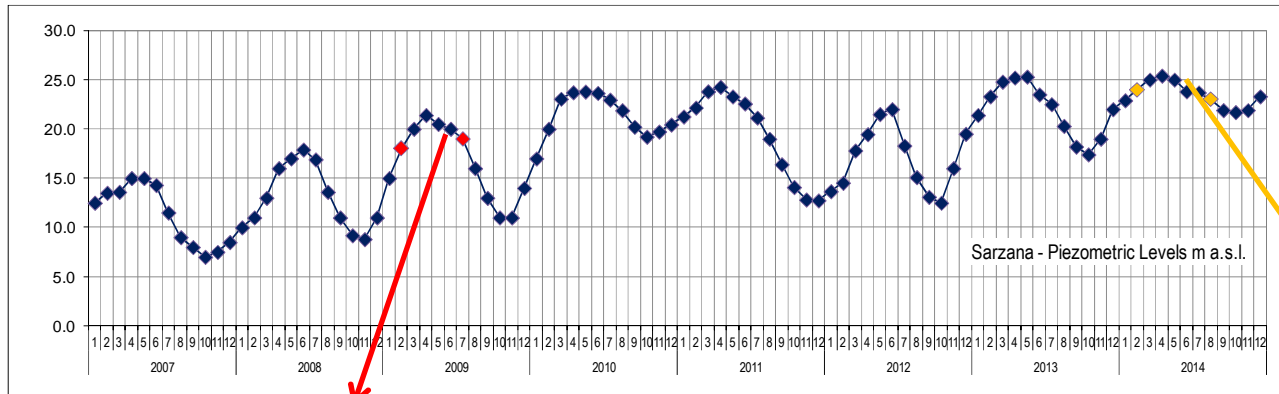
Ricarica operata dal fiume nel tratto a valle del lago



Celle del fiume a valle del lago (14/22)

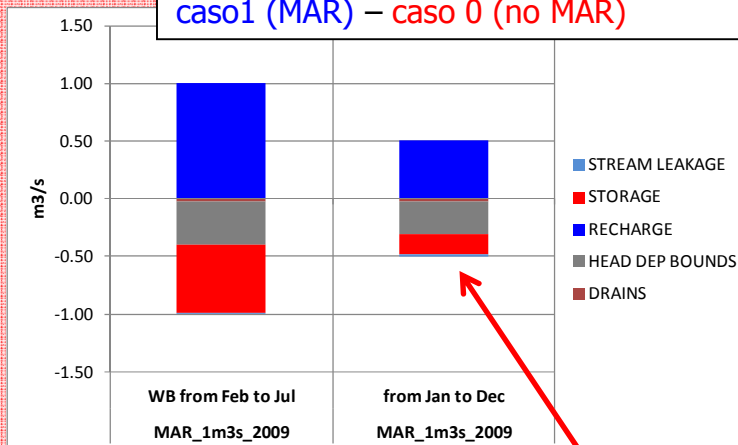
Risultati: esempio di MAR in condizioni diverse di altezza della falda

Confronto tra due simulazioni di scenario in due situazioni diverse:



MAR attiva (piezometria relativamente bassa)

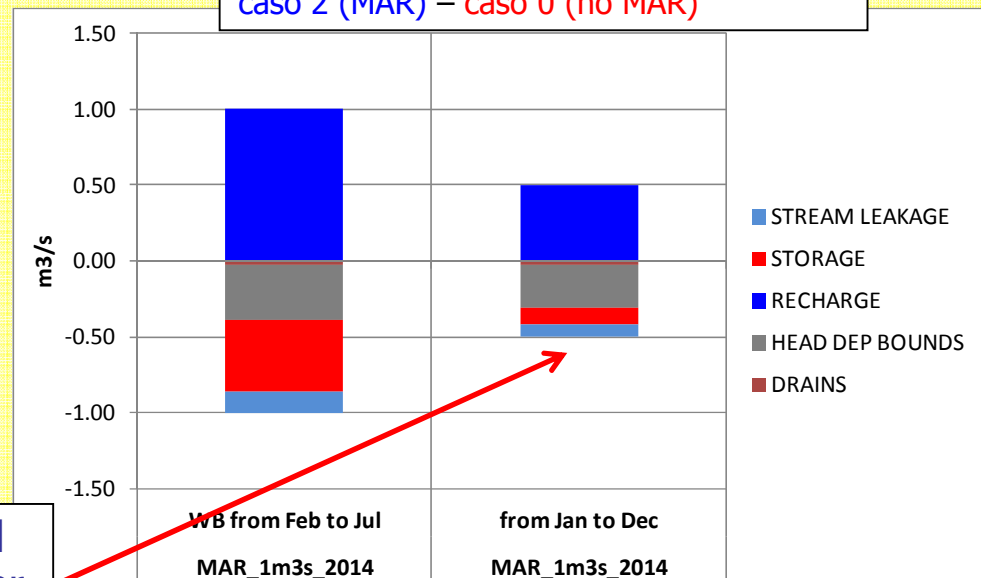
caso1 (MAR) – caso 0 (no MAR)



EFFICIENZA ~ 35%

MAR attiva (piezometria relativamente alta)

caso 2 (MAR) – caso 0 (no MAR)



EFFICIENZA ~ 23%

Effetti sul
SFR2 water
budget

Conclusioni

- ❑ La tecnologia qui impiegata è il risultato di quasi 15 anni di R&D;
- ❑ Occorre **aggiornare/verificare in maniera continua i modelli** numerici e mantenere attivo il processo di acquisizione dei dati che ne determinano il funzionamento: livelli piezometrici, prelievi e ricariche;
- ❑ Occorre **migliorare nel tempo sia i modelli** sia la loro capacità di gestione;
- ❑ I modelli possono essere utilizzati per diversi scopi: progettazione, pianificazione e gestione della risorsa;
- ❑ Il modello **viene adattato alla specifica situazione da analizzare ed utilizzato anche con simulazioni di scenario** e/o previsionali;
- ❑ I **risultati delle simulazioni (livelli piezometrici e bilancio) posso essere riorganizzati nello spazio e nel tempo perseguendo gli obiettivi dell'analisi prefissati**;
- ❑ Sforzi devono essere dedicati alla **comunicazione dei risultati in maniera semplice ed efficace**;
- ❑ I modelli numerici possono essere proposti come un vero e proprio servizio anche in termini di previsionali.

Grazie per l'attenzione

Ringraziamenti

Luca Gelati,
Giacomo Zaccanti

Arpae Emilia-Romagna , Direzione Tecnica

Paolo Severi
Luciana Bonzi
Venusia Ferrari
Lorenzo Calabrese

Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico Sismico e dei Suoli

Contatti

Andrea Chahoud

**Arpae Emilia-Romagna , Direzione Tecnica
Centro Tematico Regionale Sistemi Idrici
achahoud@arpa.emr.it**