



LA SCARSITA' DELLA RISORSA IDRICA IN PERIODI DI CRISI CLIMATICA: PROBLEMATICHE ESPERIENZE E PROPOSTE DI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Dip.to di Fisica, Aula Magna "Tullio Regge", Via P. Giuria, 1 - TORINO
29 Giugno 2023

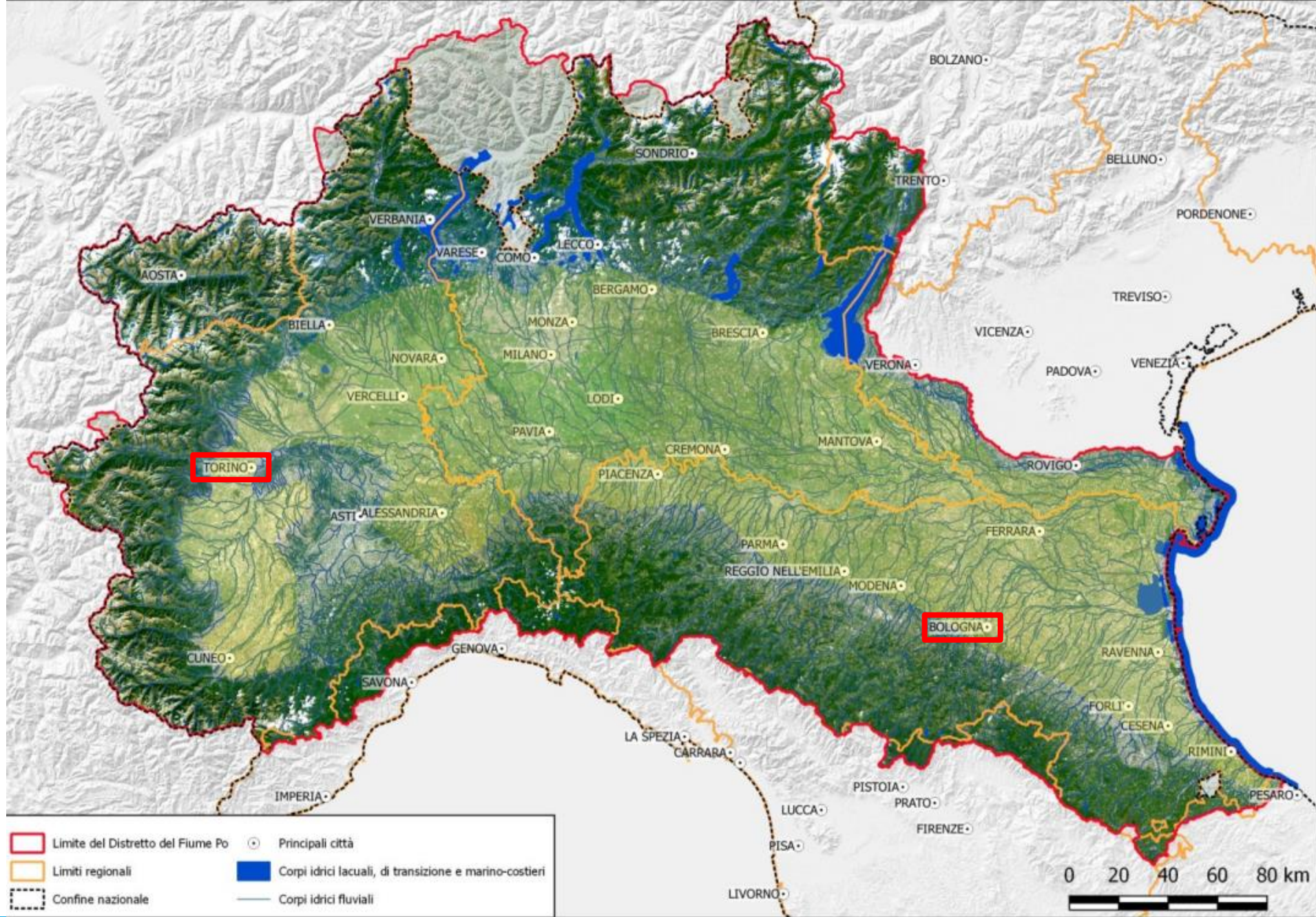


RICARICA ARTIFICIALE DELLE FALDE IN CONDIZIONI CONTROLLATE IN EMILIA-ROMAGNA

Immacolata Pellegrino ⁽¹⁾ & Paolo Severi ⁽²⁾

1) Regione Emilia – Romagna Area Tutela e Gestione Acqua

2) Regione Emilia – Romagna Area Geologi, suoli e sismica





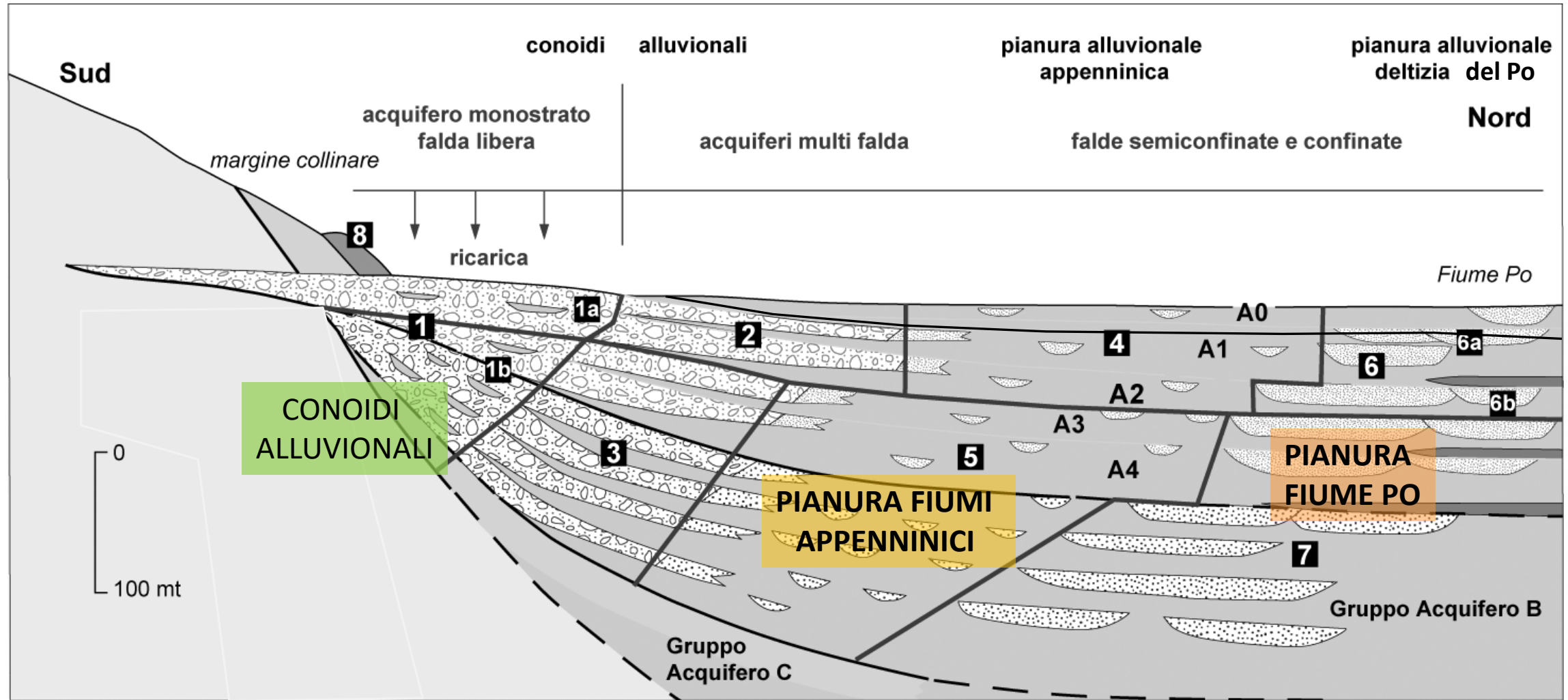
DEPOSITI ALLUVIONALI

- Depositi di conoide e piana intravalliva
- Depositi di piana alluvionale appenninica
- Depositi di piana alluvionale del Po

DEPOSITI DELTIZI E LITORALI

- Depositi di canale distributore e argine
- Depositi di area interdistributrice
- Depositi di spiaggia

CORPI IDRICI SOTTERRANEI (PIANI DI GESTIONE ACQUE DEI DISTRETTI IDROGRAFICI)

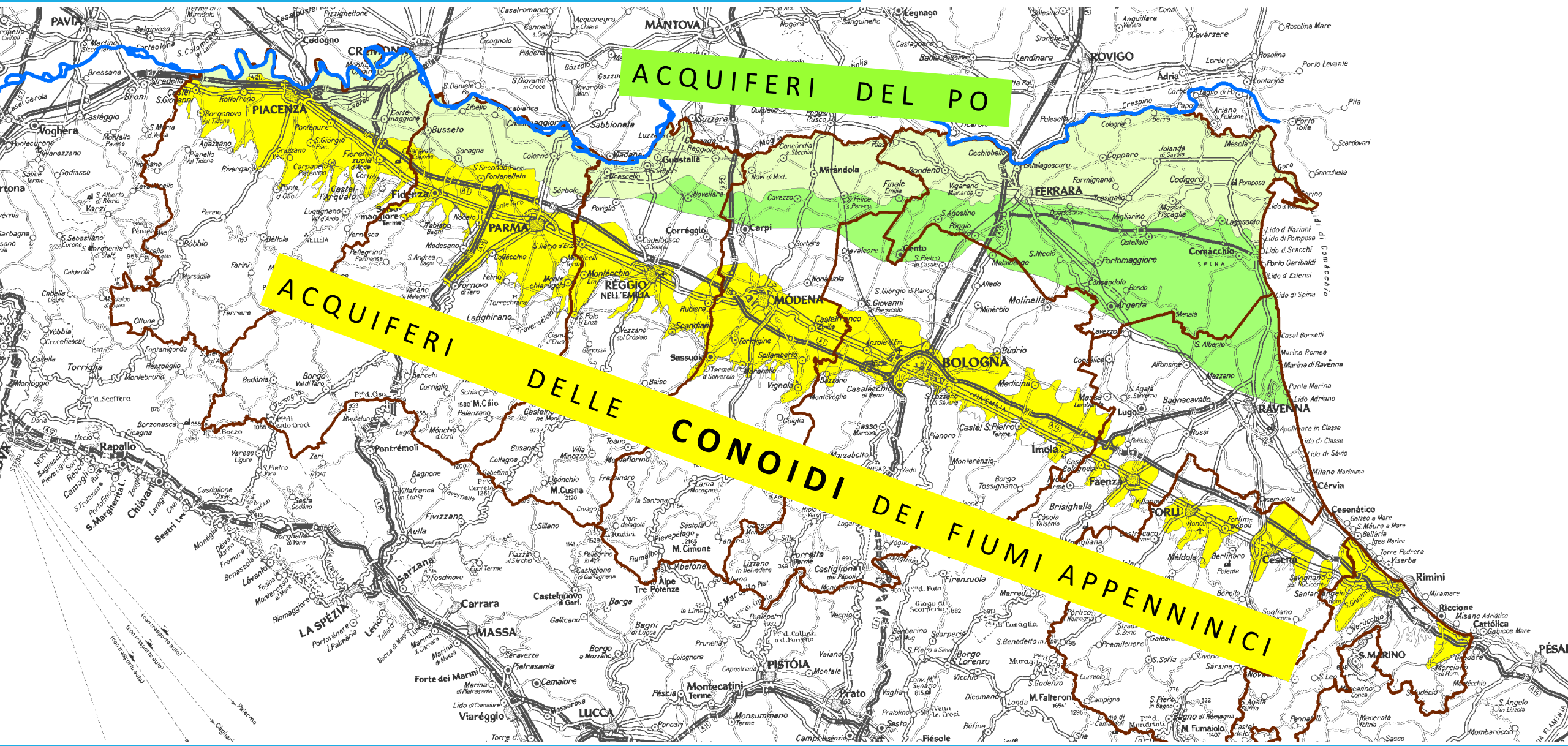


- 1 : **conoidi** alluvionali amalgamate - acquifero libero
- 2 : conoidi alluvionali multistrato - acquiferi confinati superiori
- 3 : conoidi alluvionali multistrato - acquiferi confinati inferiori
- 4 : **pianura alluvionale appenninica** - acquiferi confinati superiori
- 5 : pianura alluvionale appenninica - acquiferi confinati inferiori

- 6 : **pianura alluvionale e deltizia del Po** - acquiferi confinati superiori
- 7 : pianura alluvionale e deltizia del Po - acquiferi confinati inferiori
- 8 : conoidi alluvionali pedemontane - acquifero libero
- A0: **acquifero freatico di pianura** – acquifero libero

Acquifero freatico : A0
 Acquiferi superiori : A1 + A2
 Acquiferi inferiori A3 + A4 + B + C

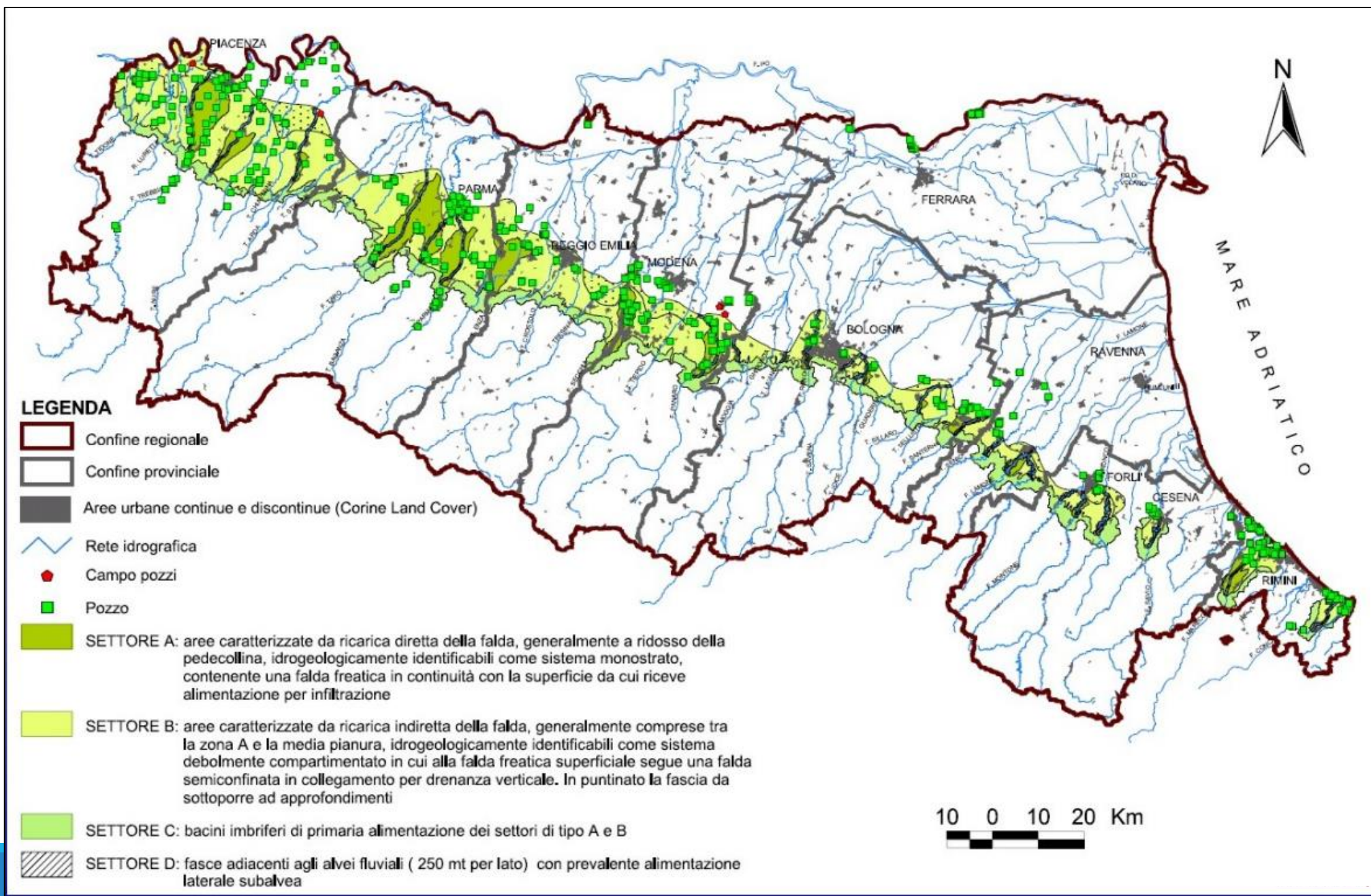
GLI ACQUIFERI PIU' TRASMISSIVI IN EMILIA ROMAGNA



ACQUIFERI DEL PO

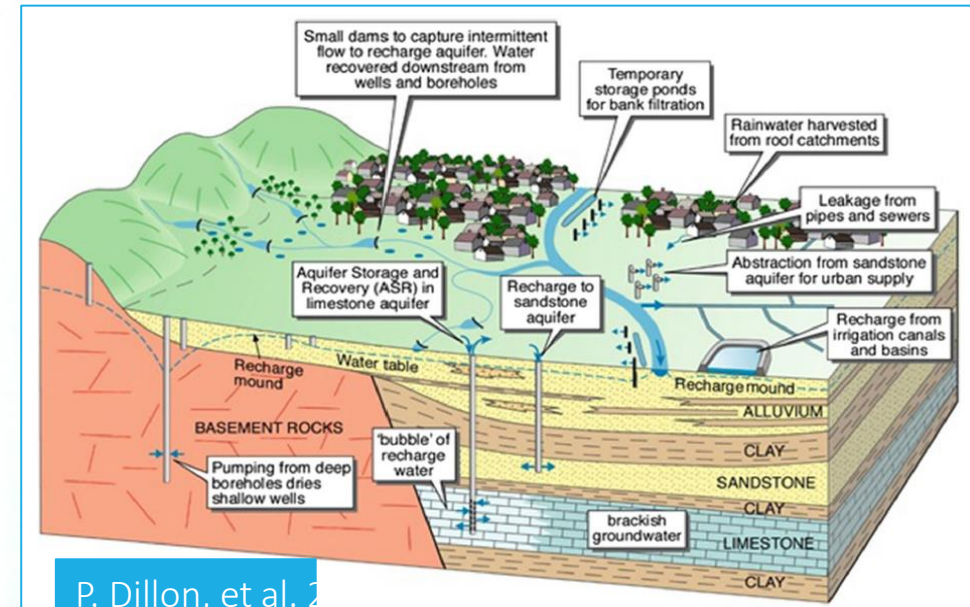
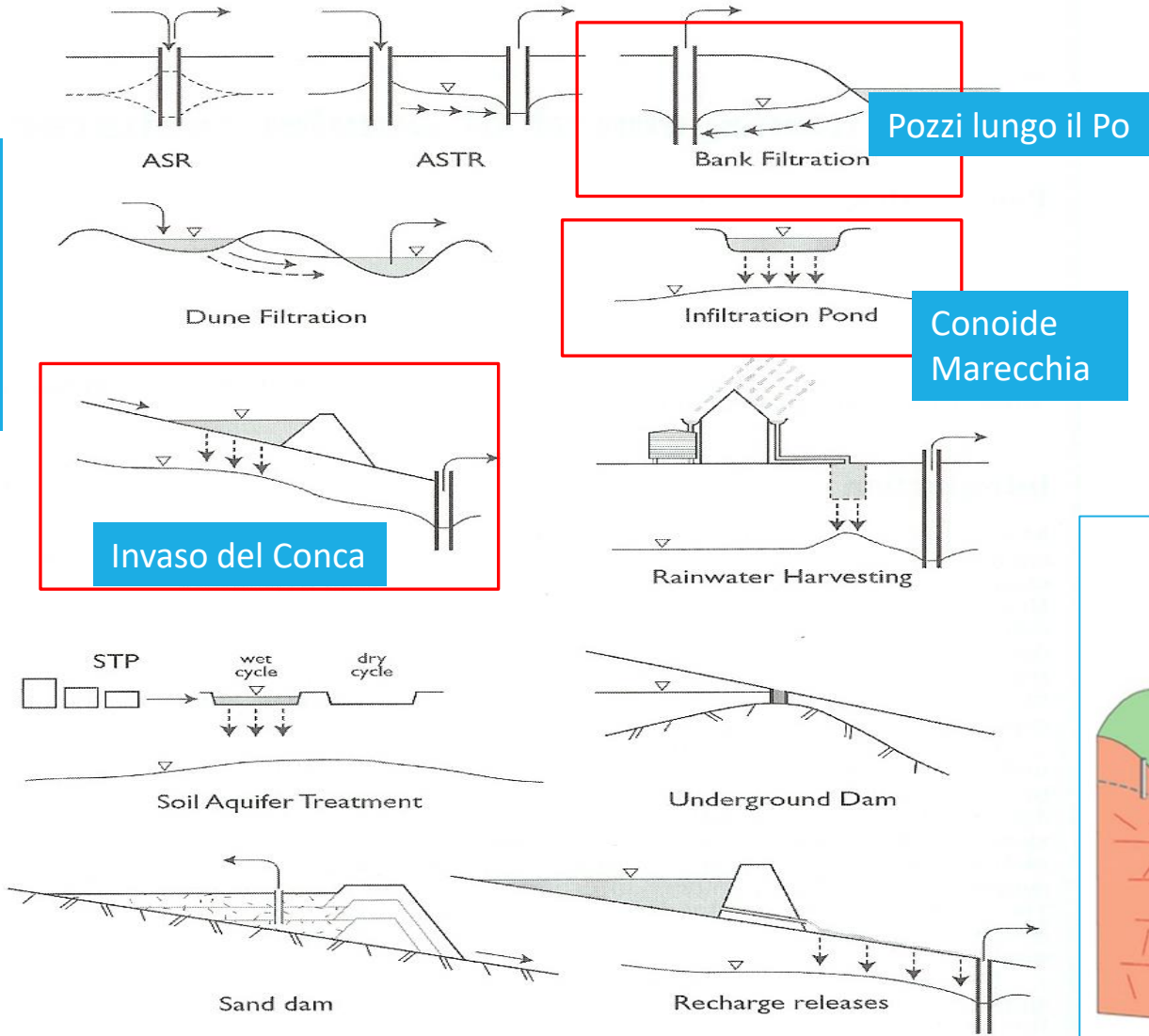
ACQUIFERI DELLE CONOIDI DEI FIUMI APPENNINICI

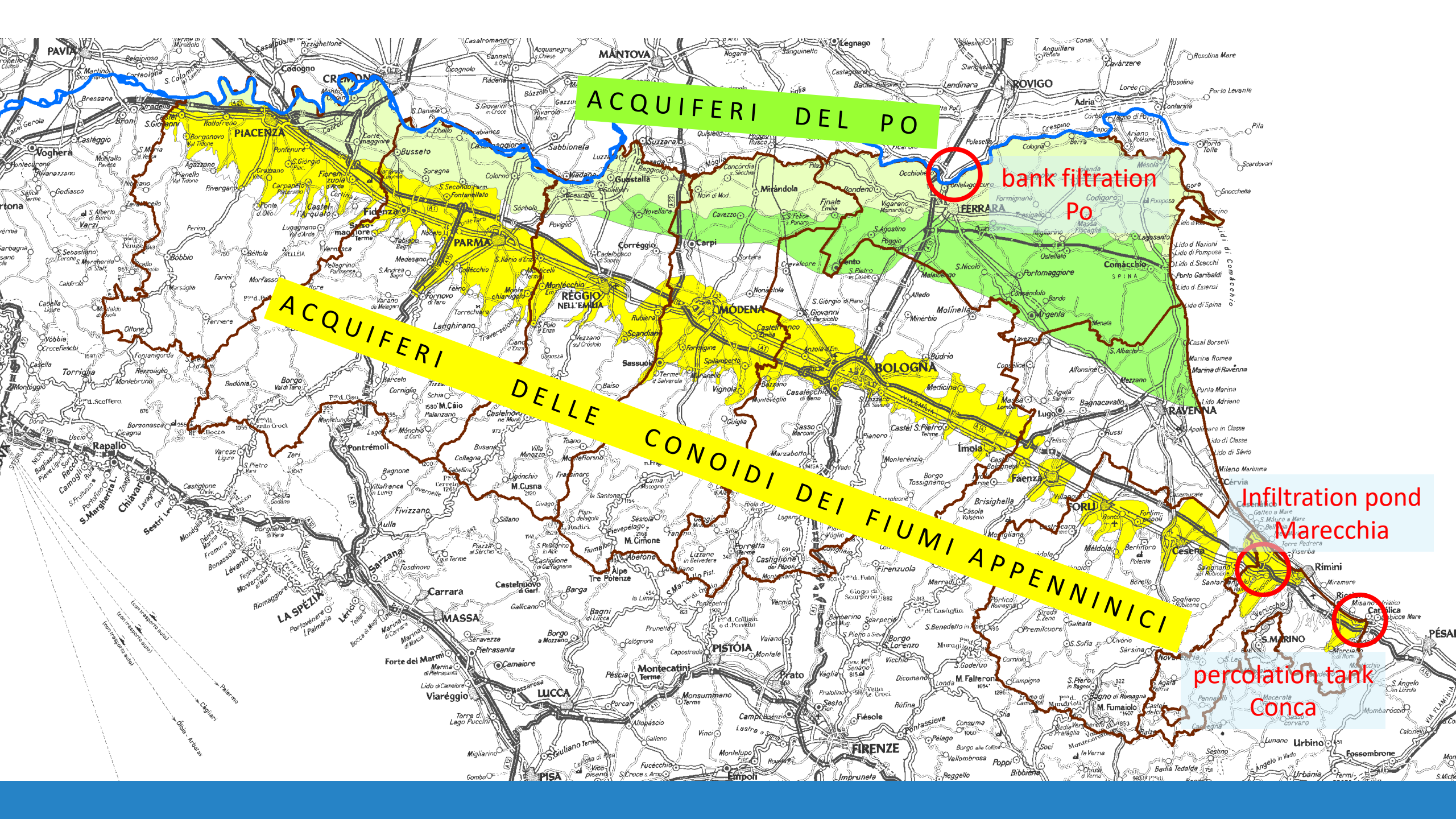
AREE DI RICARICA E ZONE DI PROTEZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE (PTA 2005)



NECESSITA' DI AUMENTARE LA RICARICA NATURALE PER AUMENTARE LA DISPONIBILITA' DI RISORSA

Esempi di impianti di ricarica in condizioni controllate (Dillon, 2005)





ACQUIFERI DEL PO

bank filtration Po

ACQUIFERI DELLE CONOIDI DEI FIUMI APPENNINICI

Infiltration pond Marecchia

percolation tank Conca

DIGA DEL CONCA (1972)

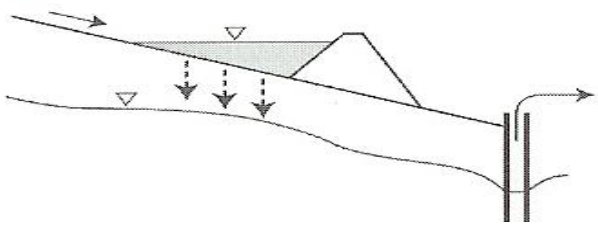
l'acqua dell'invaso

- aumenta la ricarica della conoide
- contrasta il cuneo salino
- aumenta la disponibilità idrica

Mare Adriatico

Cattolica

invaso
del Conca



Percolation Tank – Invaso di percolazione

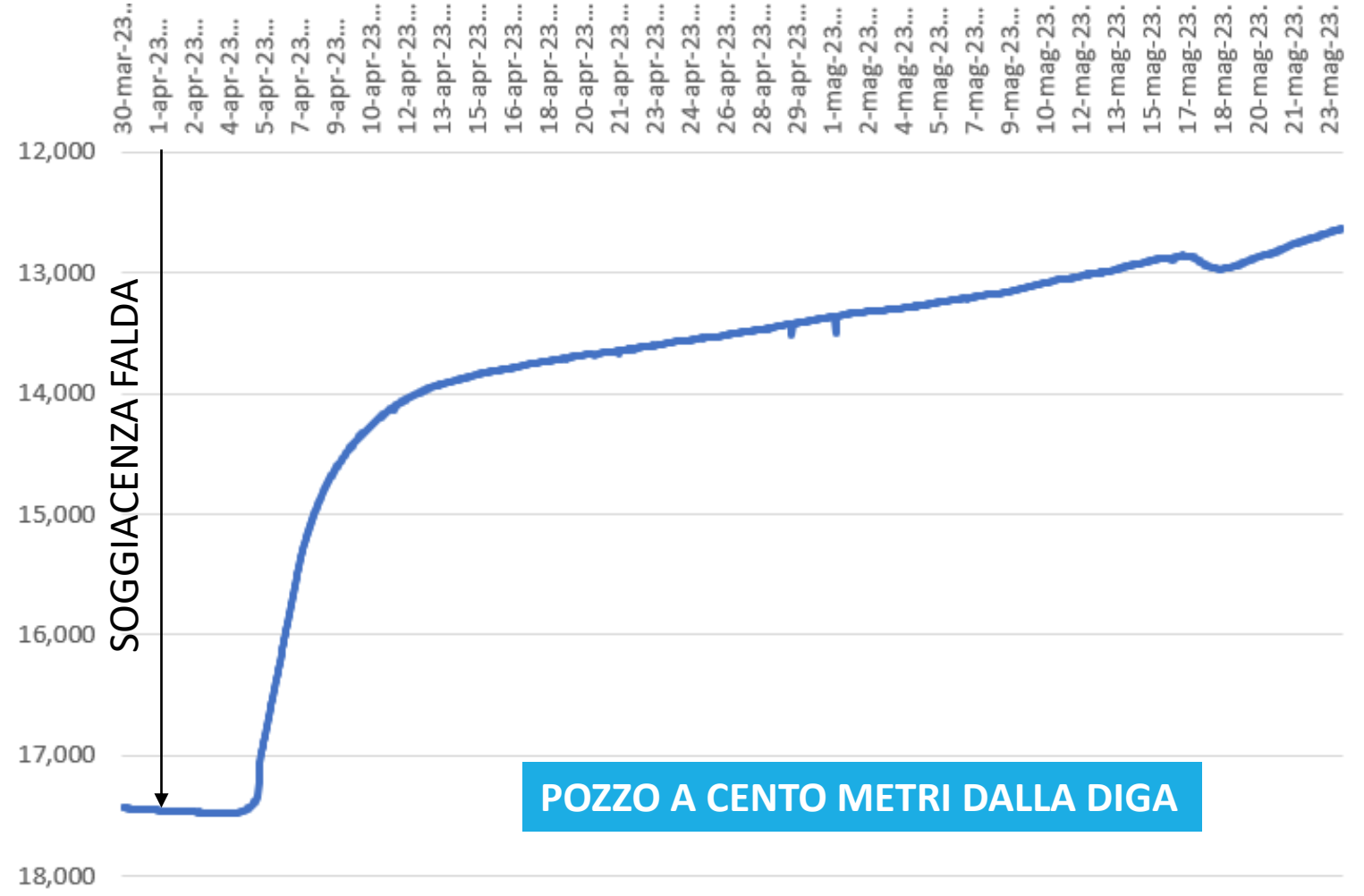
● Pozzi acquedottistici



DAL 1 APRILE A SETTEMBRE LA PARATOIE DELLA DIGA SONO CHIUSE E SI FORMA IL LAGO



DIGA



POZZI ACQUEDOTTISTICI LUNGO IL PO

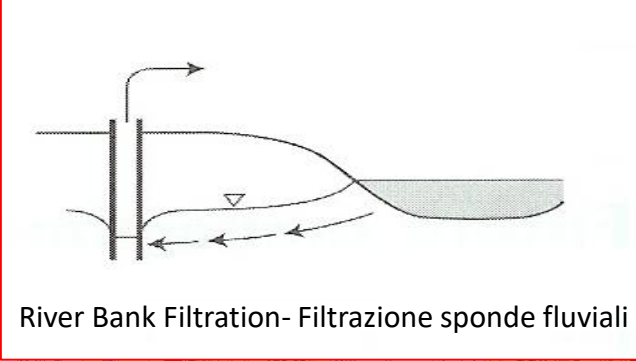


Luzzara
2 Mm³/anno, 4 pozzi

Stellata
3 Mm³/anno, 10 pozzi

Pontelagoscuro
7.5 Mm³/anno, 24 pozzi

Ro Ferrarese
8 Mm³/anno, 19 pozzi



umentare tramite pompaggio la ricarica naturale dal fiume all'acquifero
miglioramento della qualità dell'acqua sotterranea rispetto a quella del fiume

ACQUIFERO DELLA CONOIDE DEL MARECCHIA

risorsa strategica per l'approvvigionamento potabile della zona riminese

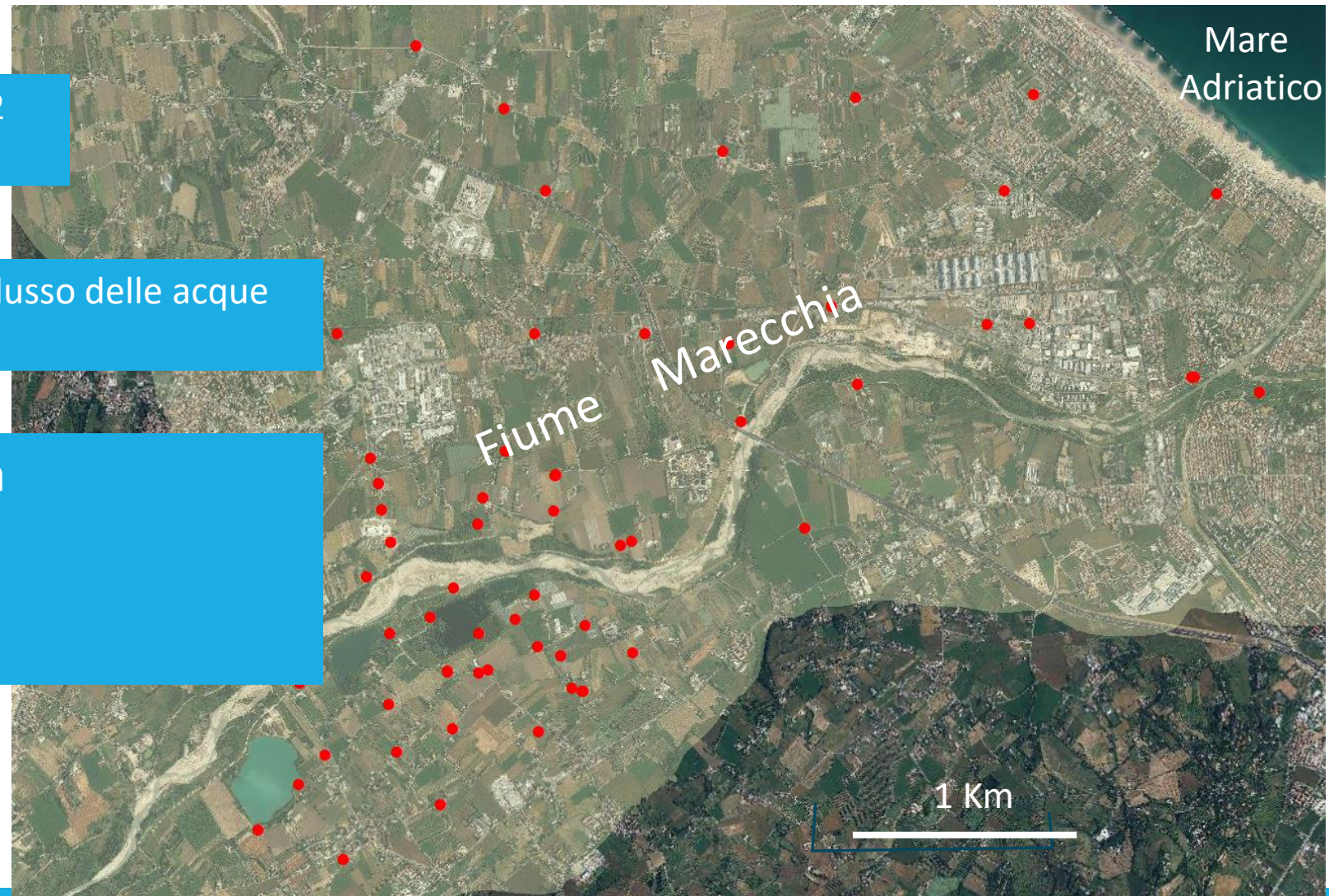
Dal 2001 una rete di monitoraggio dedicata 62 punti misure trimestrali

Realizzato da ARPAE modello matematico di flusso delle acque sotterranee, disponibile dal 2007 al 2019

Totale ricarica (naturale) 25 Mm³/a

75 % da fiume

25 % da pioggia



IMPIANTO DI RICARICA IN CONDIZIONI CONTROLLATE DELLA CONOIDE DEL FIUME MARECCHIA

Sperimentazione : 2014 – 2016

Approvazione progetto 2017 : a seguito di procedura di VIA

Attività dell'impianto a regime: 2017 - 2023

DGR di VIA n. 1649 del 30/10/2017 **Valutazione di Impatto Ambientale positiva**

Il prelievo idrico per la ricarica controllata potrà essere attivo solo nel periodo non irriguo (ottobre - aprile) con una portata massima di 1 mc/s e nel rispetto del DMV (0,903 mc/s nel punto di presa a Ponte Verucchio)

FINALITA' DELL'INTERVENTO

- ❖ aumentare la potenzialità idrica della conoide
- ❖ arricchire la biodiversità del sito
- ❖ migliorare la qualità delle acque sotterranee
- ❖ contrastare il fenomeno della subsidenza
- ❖ ridurre l'intrusione del cuneo salino nelle falde costiere

Prescrizioni della VIA

- ❖ Sottoscrizione 8-5-2023 di un Protocollo di Intesa (RER- ARPAE- Comune Rimini- Consorzio di Bonifica Romagna- Ente Parco Romagna)
- ❖ garantire il corretto funzionamento delle opere
- ❖ eseguire la pulitura del fondo del lago dai sedimenti fini
- ❖ attuare il **monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee**
- ❖ attuare il **monitoraggio visivo periodico dei livelli idrici nel lago**
- ❖ attuare un **monitoraggio periodico sui popolamenti animali e sugli habitat** di interesse comunitario
- ❖ realizzare un **modello matematico di flusso e trasporto delle acque sotterranee**

PIANO DI Monitoraggio

MONITORAGGIO ANTE-OPERAM

Monitoraggio effettuato durante la sperimentazione.

MONITORAGGIO POST-OPERAM (a cura di RER, ARPAE, Ente Parco)

- **monitoraggio visivo periodico dei livelli idrici nel lago**, in particolare nel periodo riproduttivo dell'avifauna (marzo-agosto) almeno 2 volte a settimana e in periodo invernale (novembre-febbraio) settimanalmente
- **monitoraggio periodico sui popolamenti animali e sugli habitat** di interesse comunitario
- **23 punti di controllo del livello delle acque sotterranee:**
8 in continuo, 13 manuali con cadenza trimestrale, 2 (di Romagna Acque S.p.A.)
- **12 punti di controllo della qualità delle acque sotterranee:**
frequenza semestrale, principali parametri chimico-fisici e metalli
- 1 punto di controllo (in continuo) della **portata del canale consortile** e misure trimestrali manuali per taratura e verifica
- 1 punto di controllo della **qualità delle acque superficiali del lago In.Cal System:** frequenza semestrale (una volta durante la stagione irrigua in assenza di ricarica controllata ed una al di fuori della stagione irrigua); screening completo

(MONITORAGGIO POST-OPERAM continua)

- **1 punto di controllo per la verifica della qualità delle acque superficiali utilizzate per la ricarica:**
alta frequenza (8 misure /anno), ubicato sul fiume Marecchia presso l'opera di presa del Canale dei Mulini.
Screening completo: principali parametri chimico-fisici, metalli, organoalogenati, IPA, fitofarmaci (stazione 19000200 della rete regionale di controllo delle acque superficiali)
- **1 punto di controllo per la verifica dello stato ecologico e chimico delle acque superficiali a valle dell'intervento:**
alta frequenza (8 misure/anno) per verificare l'innocuità del prelievo destinato alla ricarica sullo stato complessivo del fiume. Screening completo: principali parametri chimico-fisici, metalli, organoalogenati, IPA, fitofarmaci (stazione 19000300 della rete regionale di controllo delle acque superficiali)

MONITORAGGIO DI PRIMA ALLERTA

Punto di controllo ad alta frequenza posizionato sul f. Marecchia presso l'opera di presa del Canale dei Mulini.

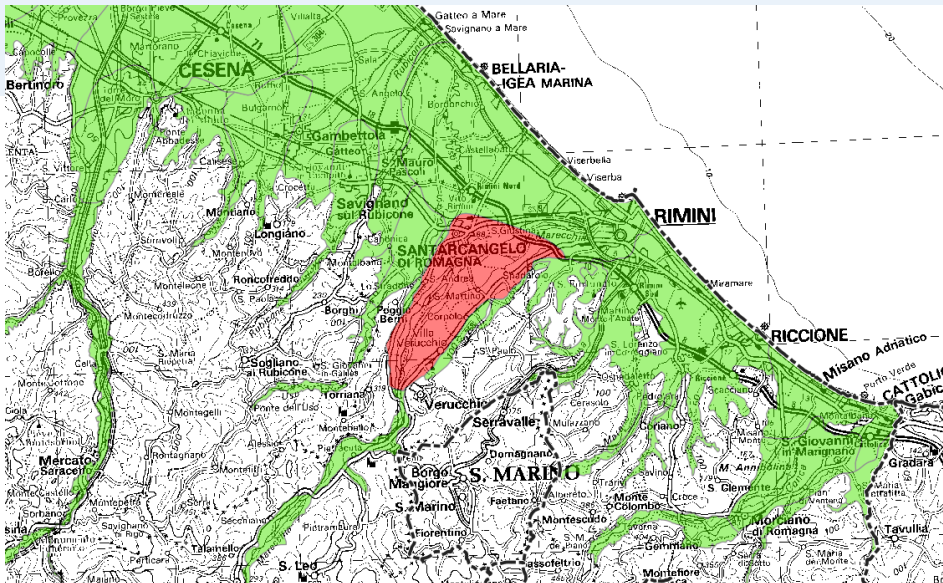
PIANO DI EMERGENZA

La ricarica dovrà essere interrotta tempestivamente qualora:

- si riscontrino **sofferenze degli ecosistemi dovute al livello del lago**;
- **il monitoraggio di prima allerta dovesse indicare un deterioramento significativo della qualità** del corpo idrico donatore;
- si riscontrasse **un deterioramento dello stato complessivo (chimico ed ecologico)** del corpo idrico a valle del prelievo.

IMPIANTO DI RICARICA DEL MARECCHIA E' UNA MISURA DEI PdG: PIANO DI GESTIONE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO 2015-2021 APPENNINO SETTENTRIONALE PIANO DI GESTIONE ACQUE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DEL FIUME PO 2021 – 2027

Contratto di Fiume



Misura: KTM24 -P3-a101 *"Interventi di sostegno ai naturali processi di ricarica delle falde e/o di ricarica artificiale delle stesse (anche tramite la gestione dei prelievi e dei canali irrigui)"*

C.i. SOTTERRANEO RICEVENTE

IT080280ER-DQ1-CL- Conoide Marecchia – libero

Stato 2010-2013 - STATO QUANTITATIVO e CHIMICO SCARSO

C.I. SUPERFICIALE DONATORE

IT081900000000003-2_3-3_4° Fiume Marecchia

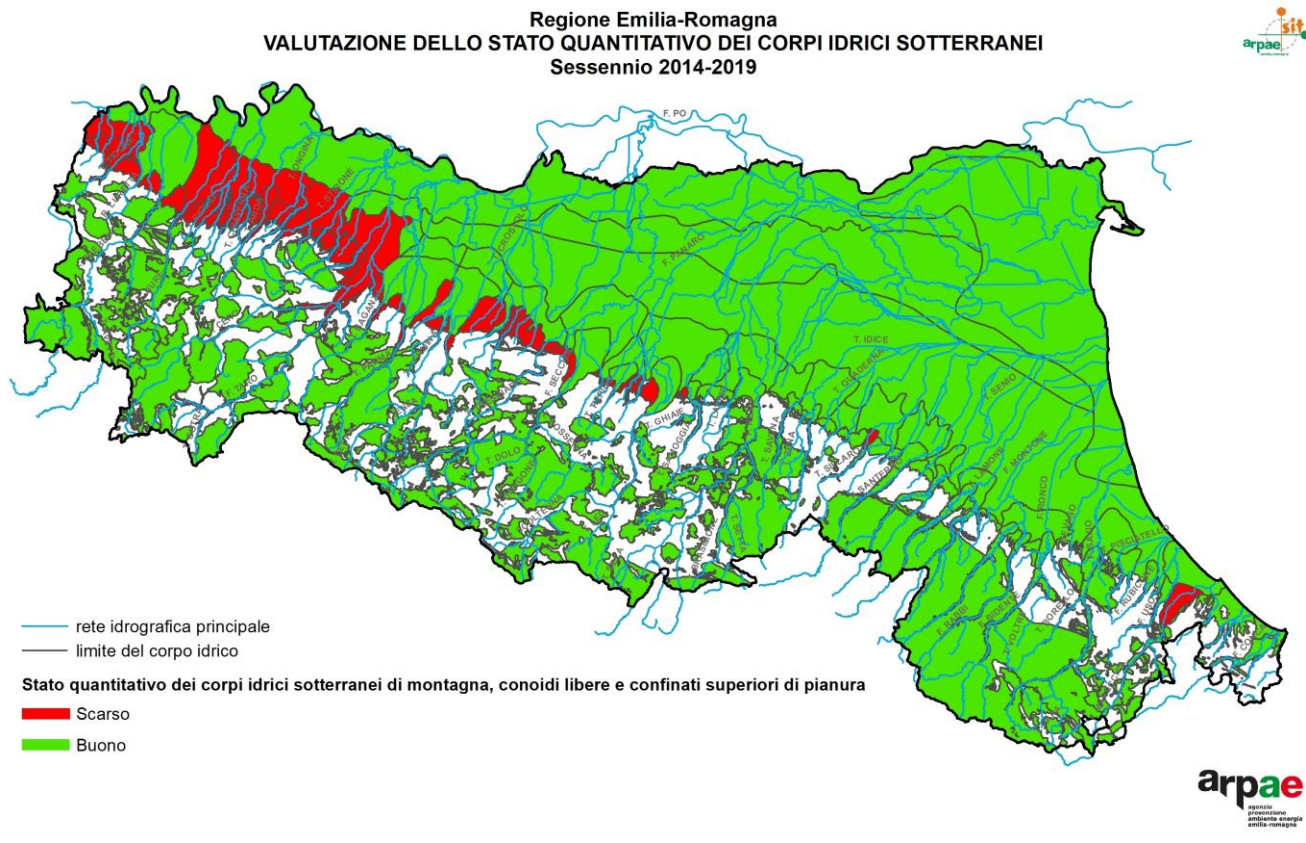
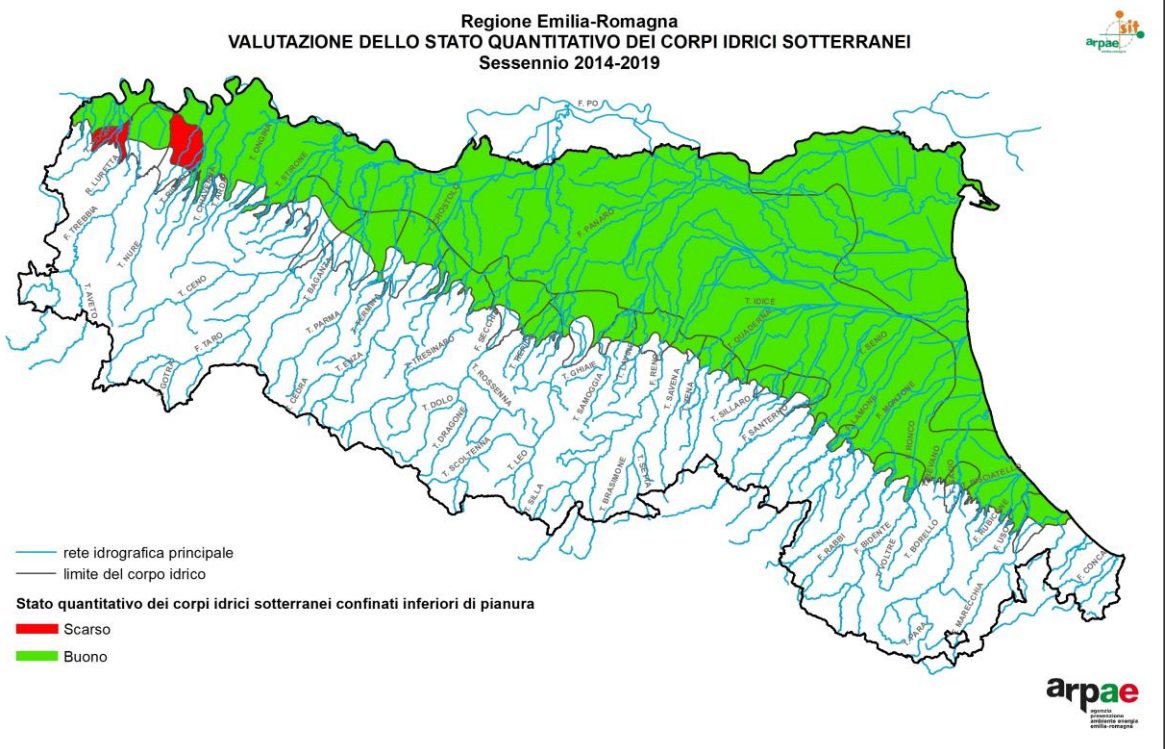
STATO CHIMICO Buono

Rispetto dei PARAMETRI CHIMICI E CHIMICO-FISICI compresi nella definizione dello stato ecologico



PIANO DI GESTIONE DISTRETTO IDROGRAFICO DEL FIUME PO 2021 – 2027

Adottato con Deliberazione Conferenza Istituzionale Permanente dell’Autorità di bacino distrettuale del fiume Po n. 4 del 20 dicembre 2021



Misura: KTM24-P3-a101
«Interventi di sostegno ai naturali processi di ricarica delle falde e/o di ricarica artificiale delle stesse (anche tramite la gestione dei prelievi e i canali irrigui)»

nuovo PTA2030

avvio del processo di elaborazione del nuovo PTA con la fase di informazione e consultazione pubblica

<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/acque/temi/piano-di-tutela-delle-acque>

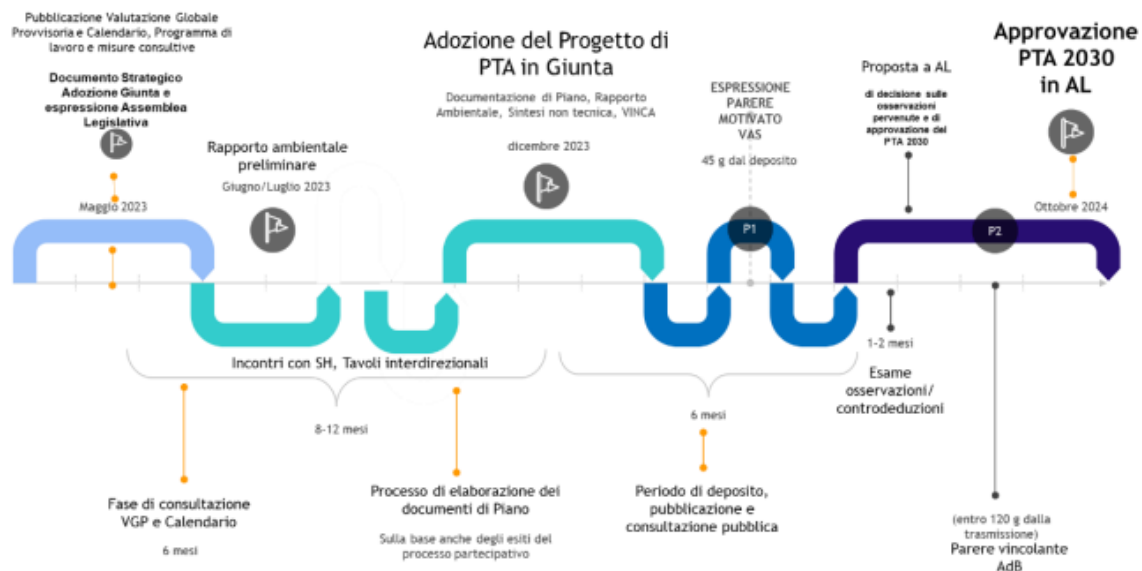
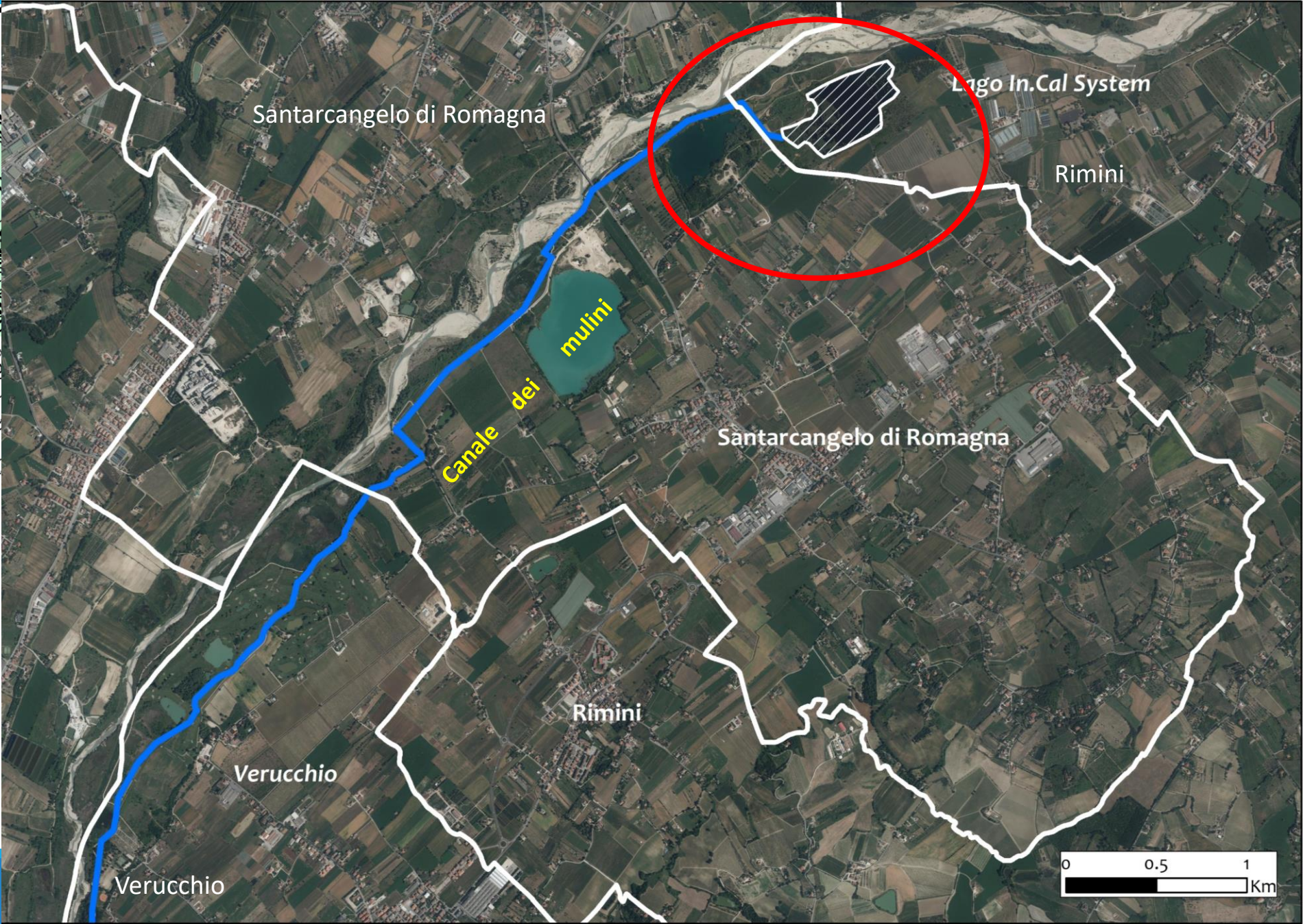
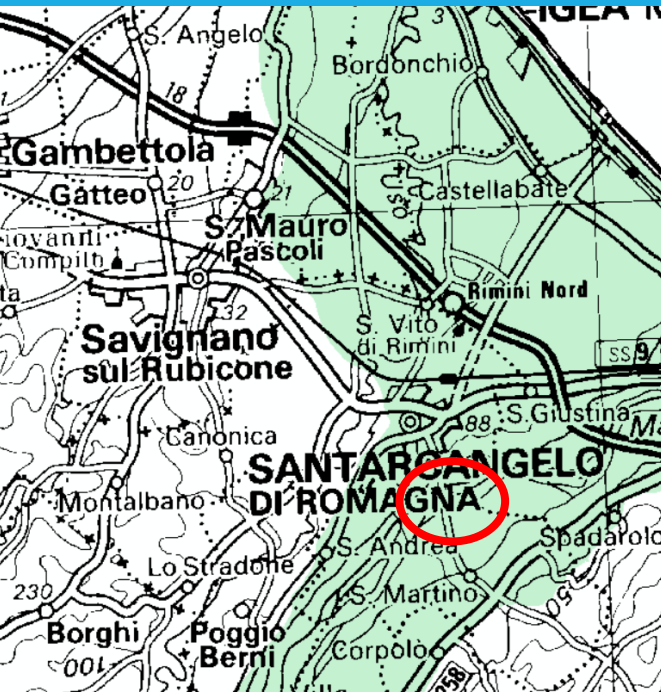


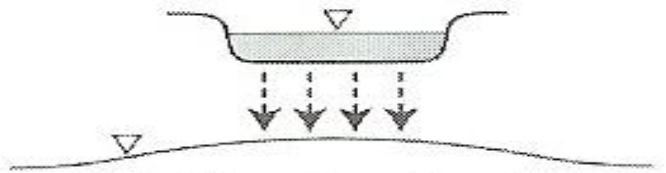
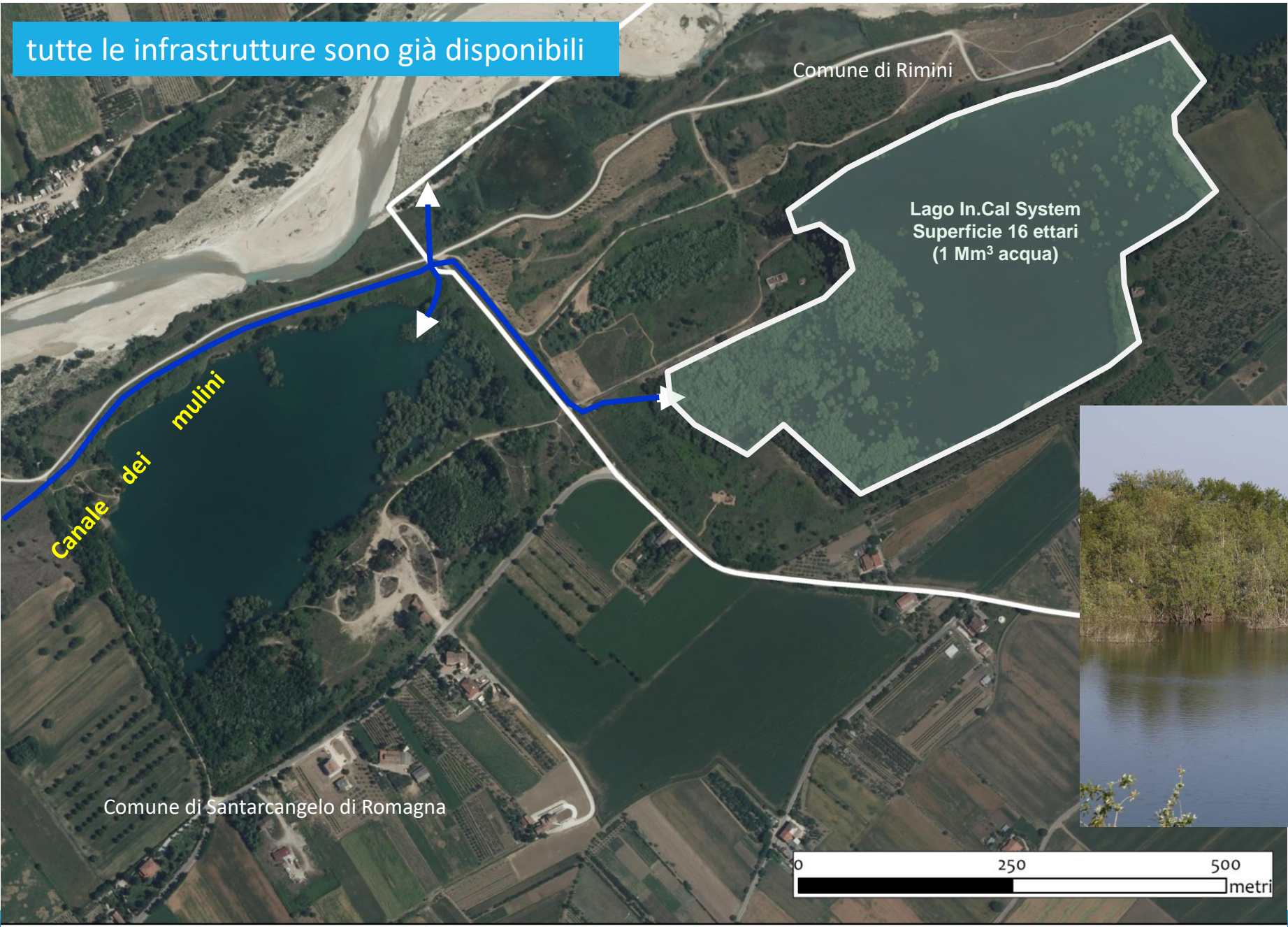
Figura 2 - Percorso di elaborazione del PTA 2030.



IMPIANTO DI RICARICA IN CONDIZIONI CONTROLLATE DELLA CONOIDE DEL FIUME MARECCHIA



tutte le infrastrutture sono già disponibili



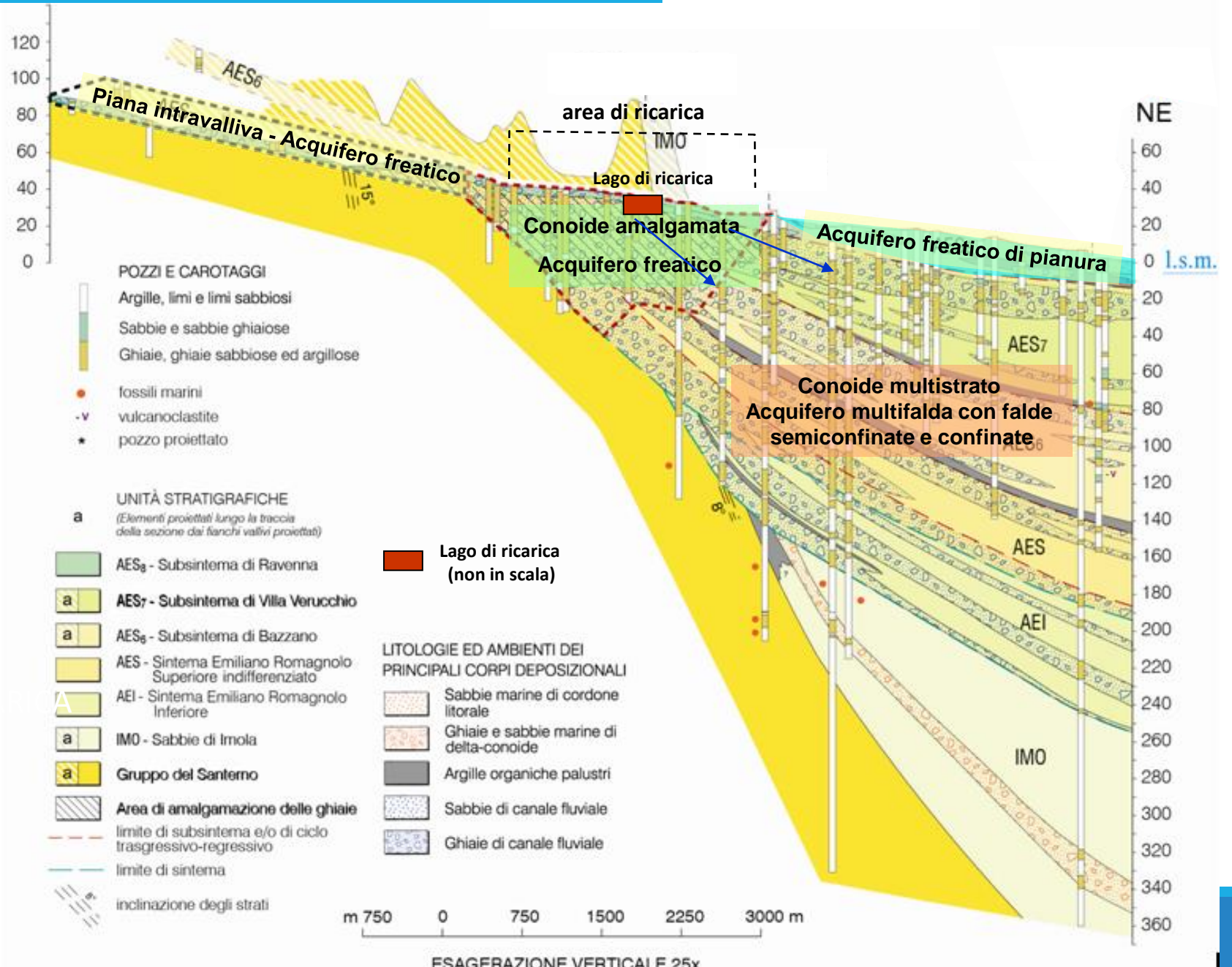
Infiltration Pond – Bacino di Infiltrazione



Lago di ricarica InCal System

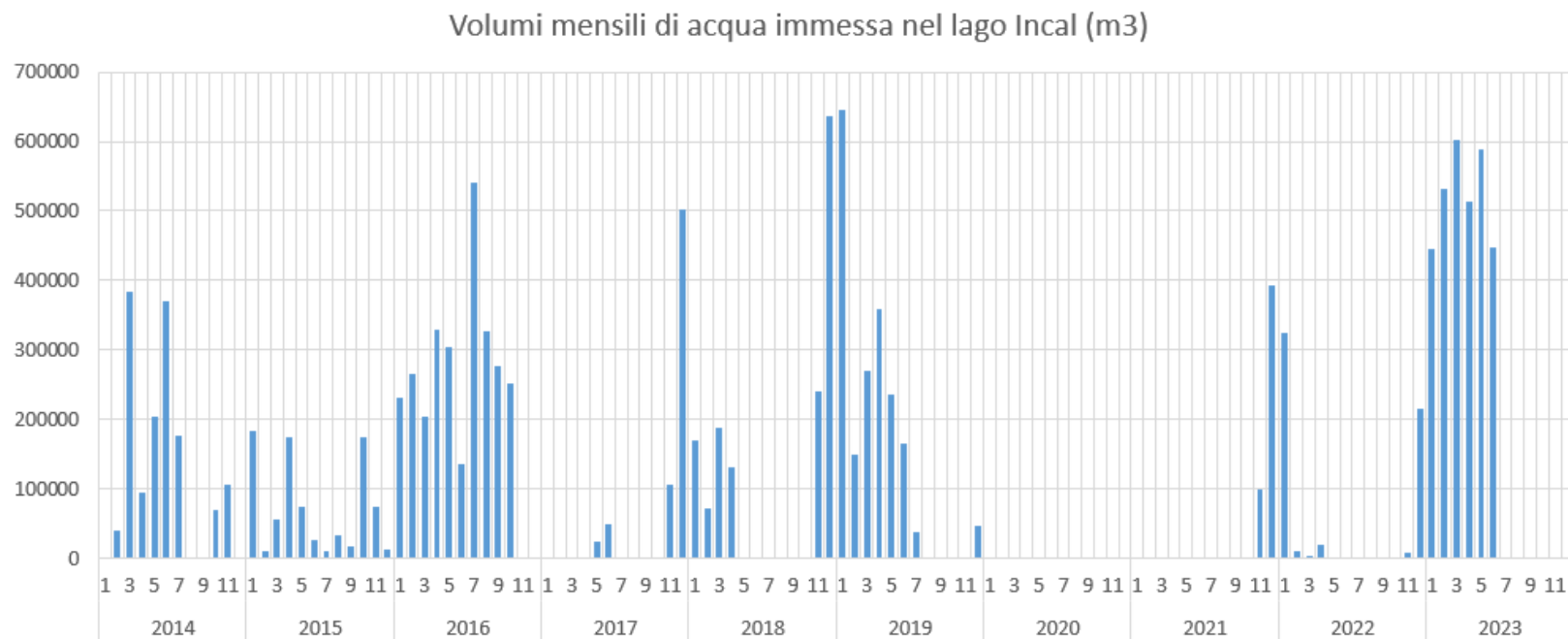
0 250 500 metri

Ricarica controllata: dove va l'acqua di ricarica ?



Ricarica controllata: quantità di acqua immessa nel lago

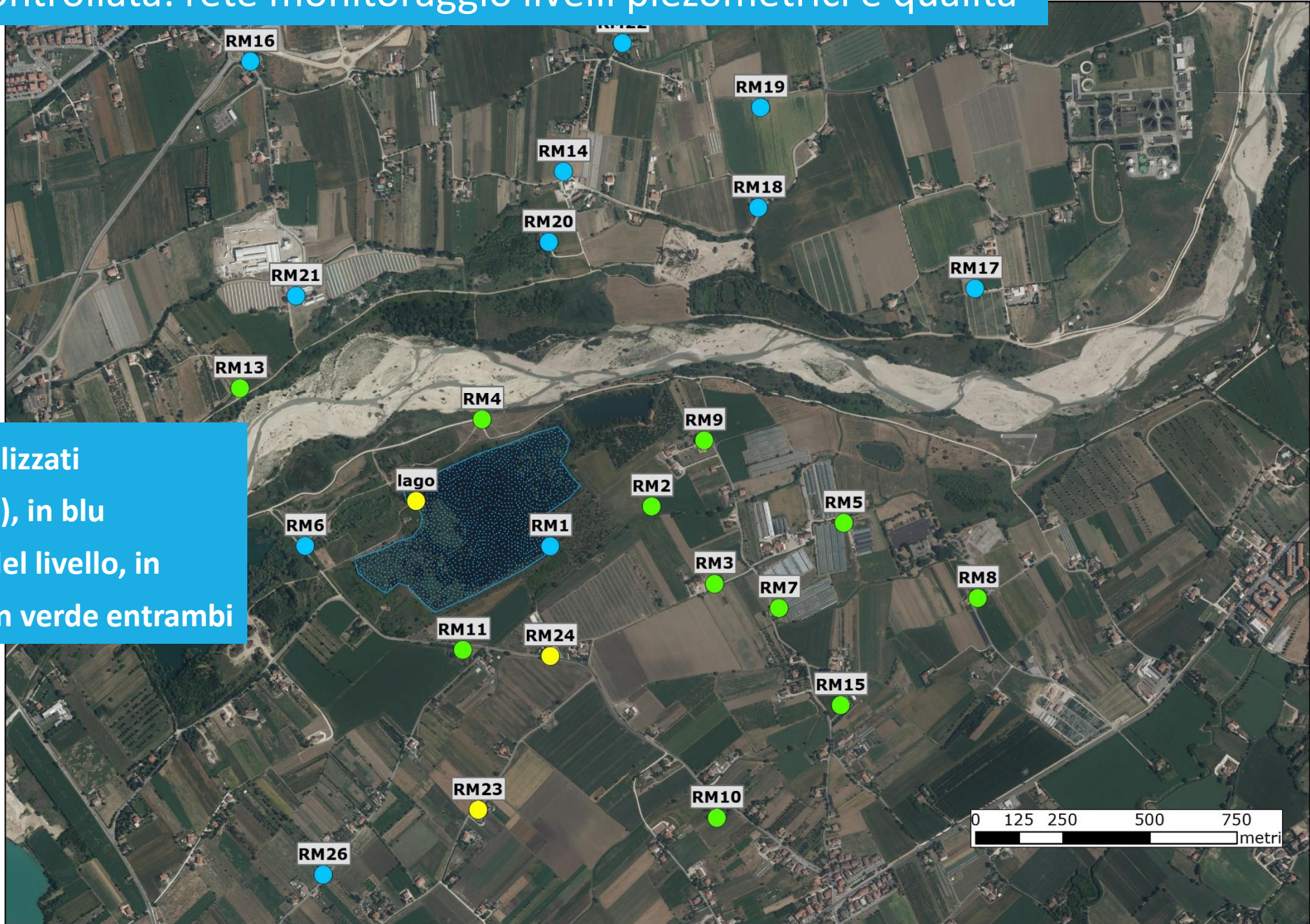
Sintesi dati annuali	Mm3
2014	1,45
2015	0,85
2016	2,87
2017	0,68
2018	1,44
2019	1,91
2020	0,00
2021	0,49
2022	0,58
2023	3,13
Totale	13,40
Media annua (9 anni)	
	1,49



ricarica nel periodo non irriguo, non durante la procedura di VIA

la ricarica artificiale è il 6 % della ricarica naturale

Ricarica controllata: rete monitoraggio livelli piezometrici e qualità



23 punti (6 realizzati appositamente), in blu monitoraggio del livello, in giallo qualità, in verde entrambi

Ricarica controllata: screening analisi qualità acque sotterranee

Campione: 02021002435



Codice LIMS 21LA60629



RAPPORTO DI PROVA N° 21LA60629 del 02/03/2022

Dati a cura e responsabilità del servizio prelevatore/cliente

Campione di: **ACQUA SOTTERRANEA - ALTRO**

Prelevatore: **REGIONE EMILIA ROMAGNA - DIR.GEN.AMB.DIFESA SUOLO E COSTA**

Richiesta/Verbale: ---- del ----

Data prelievo: **20/12/2021** Ora prelievo: ----

Campionamento formale: **NO**

Punto di prelievo: **RM 10 - TERRITORIO DELLA CONOIDE DEL MARECCHIA**

Ditta/Struttura prelievo: ----

Comune di prelievo: **Rimini (RN)**

Cliente: **REGIONE EMILIA ROMAGNA - DIR.GEN.AMB.DIFESA SUOLO E COSTA**

Indirizzo cliente: **V.LE DELLA FIERA, 8 - BOLOGNA(BO)**

Quesito: **VEDI VERBALE/RICHIESTA**

Modalità di campionamento: **A CURA DEL CLIENTE/PRELEVATORE**

Accettazione a cura dello sportello di RAVENNA

Data ricevimento: **20/12/2021**

Temperatura Ricevimento: **Ambiente**

Accettazione a cura del Laboratorio

Nota Campione: ----

Temperatura al ricevimento (°C): ----

Codice preventivo : **NA**

RISULTATO DELLA PROVA

Parametro <i>Metodo di riferimento</i>	Valore	U.M.
pH <i>APAT CNR IRSA 2060 Mar 29 2003, Rapporti ISTATAN 2007/31Met ISS BCA 023</i>	7.4	unità di pH
Durezza (CaCO3) <i>APAT CNR IRSA 2040 B Mar 29 2003 + Rapporti ISTATAN 2007/31 Met ISS BEC 031</i>	303	mg/L
* Carbonio organico totale (TOC) <i>UNI EN 1484:1999</i>	2	mg/L
* Fluoruri (F-) <i>APAT CNR IRSA 4100 B Mar 29 2003</i>	146	µg/L
Cloruri (Cl) <i>APAT CNR IRSA 4020 Mar 29 2003</i>	20	mg/L
Nitrati (NO3) <i>APAT CNR IRSA 4020 Mar 29 2003</i>	7.3	mg/L
Solfati (SO4) <i>APAT CNR IRSA 4020 Mar 29 2003</i>	99	mg/L
* Nitriti (NO2) <i>APAT CNR IRSA 4050 Mar 29 2003</i>	< 30	µg/L
Ammoniaca (NH4) <i>UNI 11669:2017 A</i>	< 20	µg/L
* Bicarbonati (HCO3-) <i>APAT CNR IRSA 2010 A Mar 29 2003</i>	299	mg/L

Campione: 02021002435



Codice LIMS 21LA60629



RAPPORTO DI PROVA N°: 21LA60629 del 02/03/2022

Parametro <i>Metodo di riferimento</i>	Valore	U.M.
* Ortosfato (P) <i>APAT CNR IRSA 4110 A1 Mar 29 2003</i>	0.01	mg/L
* Calcio (Ca) <i>APAT CNR IRSA 3020 Mar 29 2003</i>	59.1	mg/L
* Magnesio (Mg) <i>APAT CNR IRSA 3020 Mar 29 2003</i>	10	mg/L
* Potassio (K) <i>APAT CNR IRSA 3020 Mar 29 2003</i>	4	mg/L
* Sodio (Na) <i>APAT CNR IRSA 3020 Mar 29 2003</i>	17	mg/L
Arsenico (As) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	< 1	µg/L
* Bario (Ba) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	32	µg/L
* Boro (B) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	112	µg/L
Cadmio (Cd) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	< 0.04	µg/L
Cromo totale (Cr) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	< 2	µg/L
* Ferro (Fe) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	< 20	µg/L
* Manganese (Mn) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	< 5	µg/L
Nichel (Ni) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	< 1	µg/L
Piombo (Pb) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	< 0.5	µg/L
Rame (Cu) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	5	µg/L
Zinco (Zn) <i>UNI EN ISO 17294-2:2016</i>	10	µg/L

Data inizio prove: 22/12/2021
Data fine prove: 24/02/2022

Le analisi sono state effettuate nell'area il cui responsabile è
Dott.ssa Giulia Montanari

Nota: Qualora le prove richieste includano parametri da processare nelle 24 ore, il Laboratorio garantisce che il campione è stato analizzato nei tempi previsti.

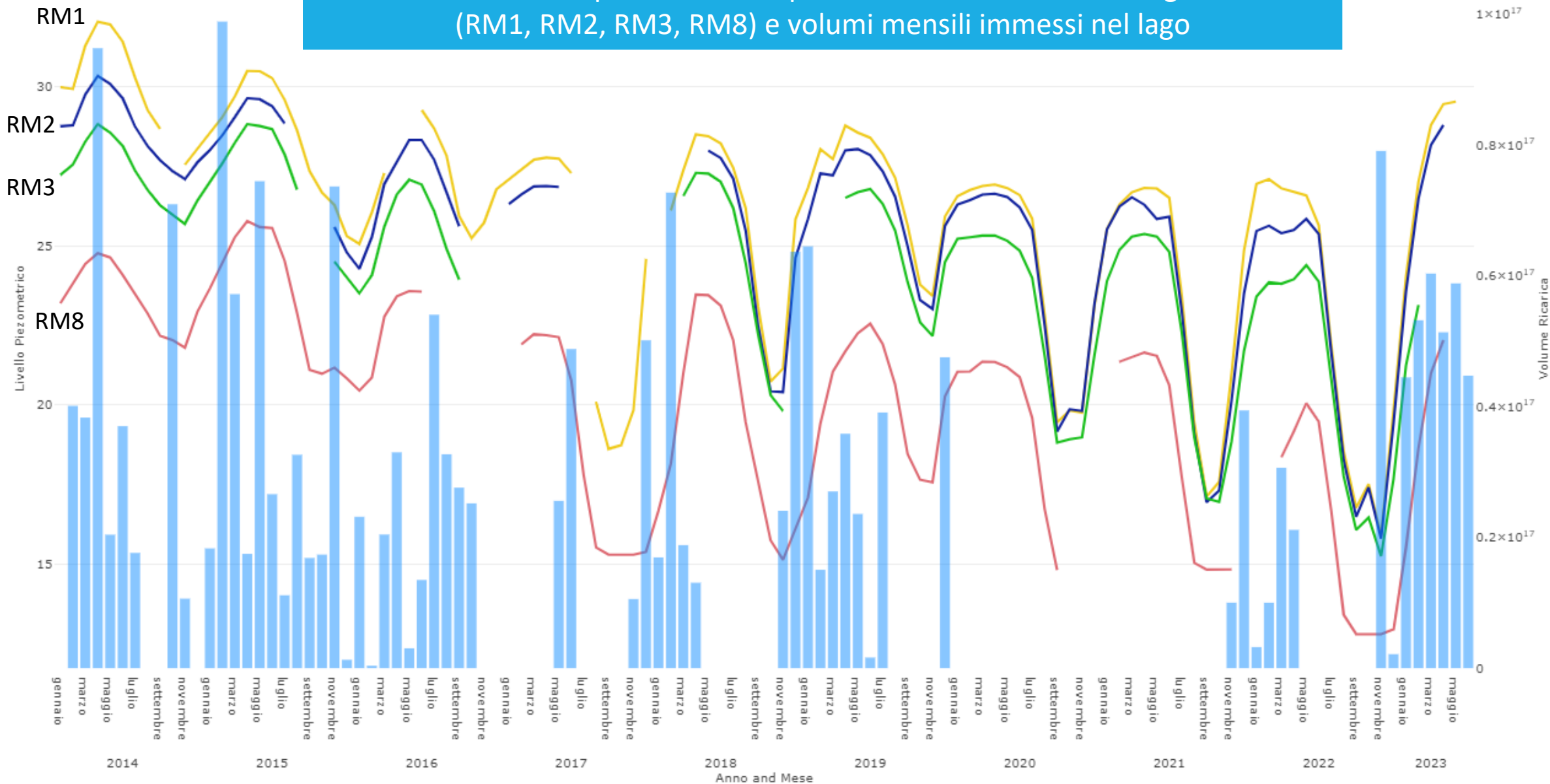
(*): Prova non accreditata da ACCREDITA

Ricarica controllata: efficacia della ricarica come aumento di disponibilità della risorsa



aumento del livello piezometrico rilevato dopo un ciclo di ricarica

andamento dei livelli piezometrici in punti a diverse distanze dal lago di ricarica (RM1, RM2, RM3, RM8) e volumi mensili immessi nel lago



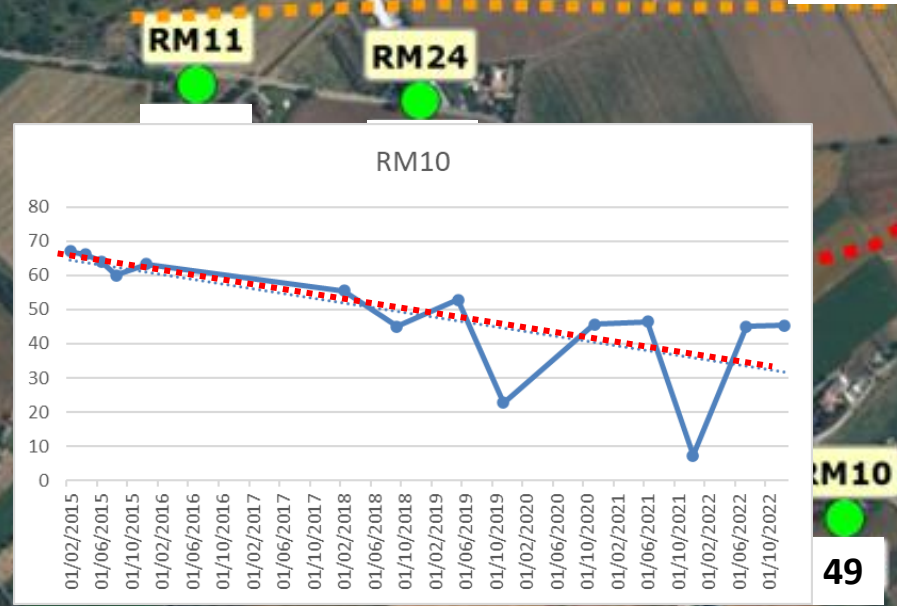
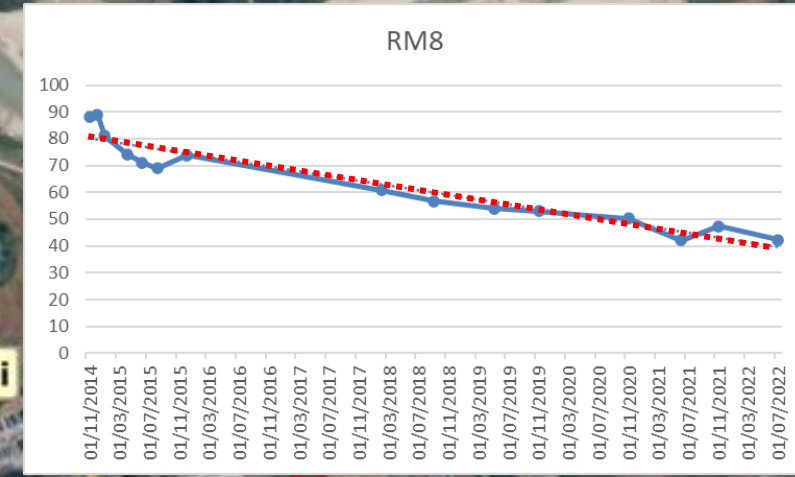
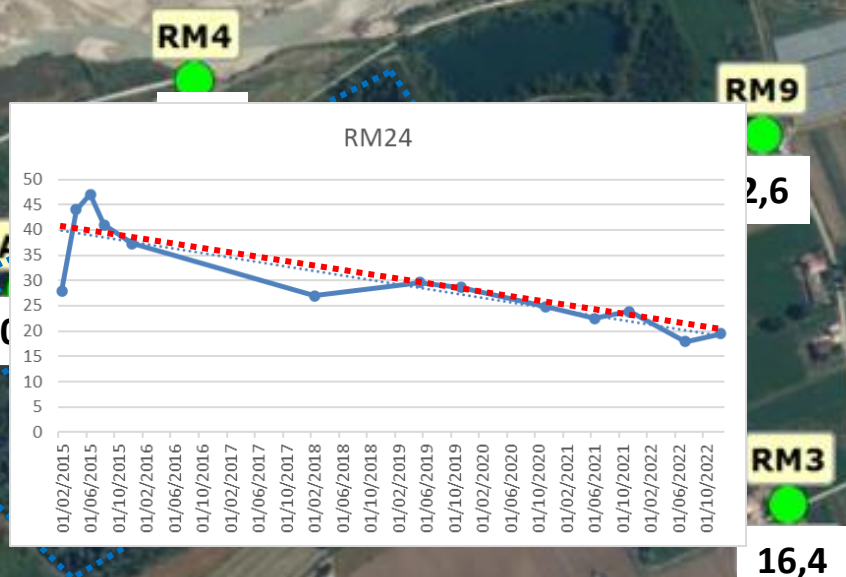
— Livello piezo RM1 — Livello piezo RM2 — Livello piezo RM3 — Livello piezo RM8 ● Volume Ricarica

Ricarica controllata: efficacia ricarica come diluizione dei nitrati



Nitrati media 2014 - 2023

Ricarica controllata: efficacia ricarica come diluizione dei nitrati



RM4
RM9
2,6
RM5 - pz Ghiselli
0,5
RM3
16,4

P35
71,3

RM8
71,7

RM10
49

Il trend dei nitrati è in diminuzione nella gran parte dei punti di osservazione

Nitrati media 2014 - 2023

Ricarica controllata: rimozione sedimenti fini dal fondo lago





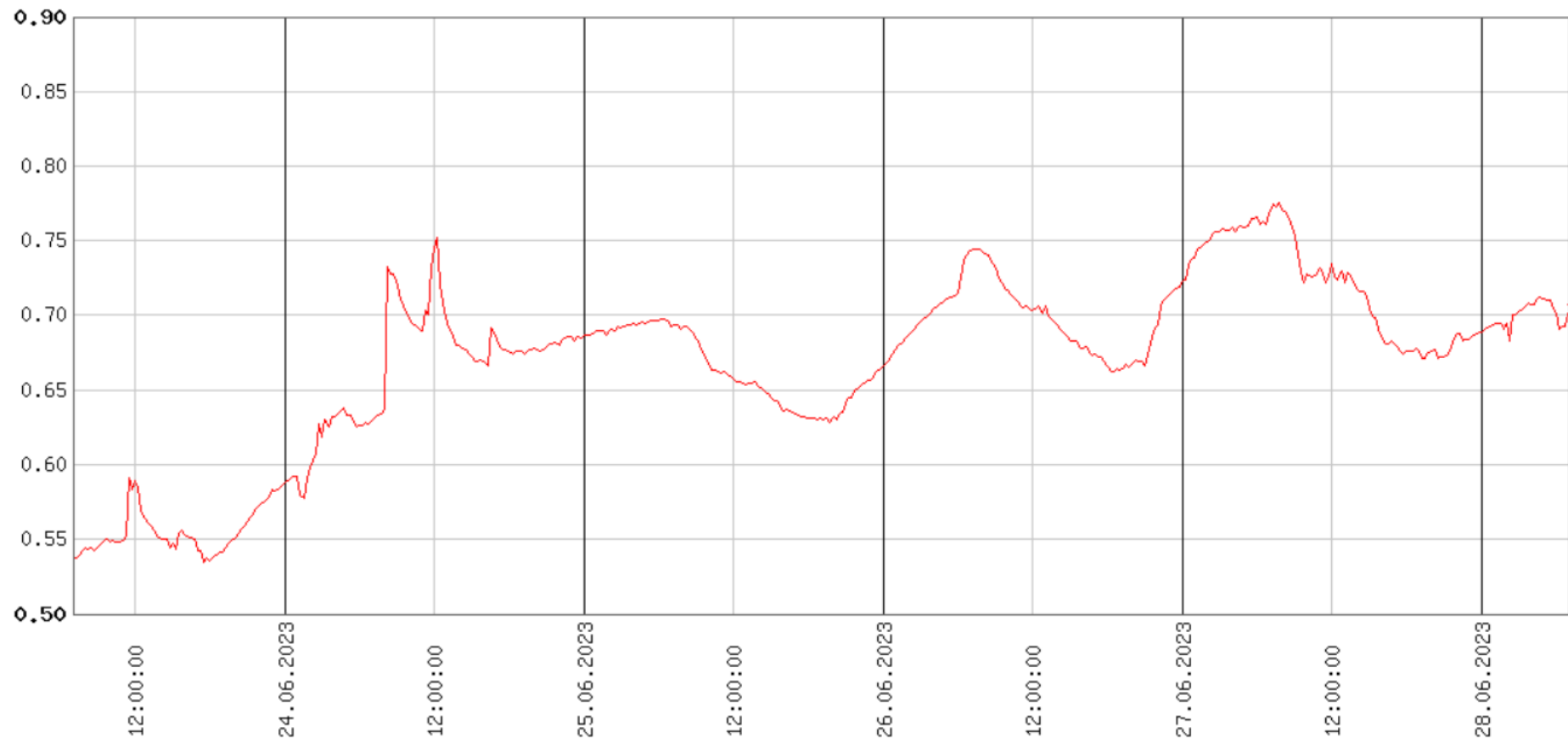
Ricarica controllata: sonda multiparametrica per controllo qualità acqua in ingresso

Istallata una sonda multiparametrica per il controllo della qualità dell'acqua di ricarica.

I parametri misurati ogni ora sono:

- Livello dell'acqua nel cassetto
- Temperatura dell'acqua
- Conducibilità elettrica
- Nitrati
- Ossigeno disciolto
- Potenziale redox
- PH

I dati sono teletrasmessi in tempo reale. È importante prestare attenzione che in caso di anomalie nei dati, l'acqua di ricarica non venga utilizzata per la ricarica.



[informazioni](#) [visualizza](#) [export/stampa](#)

sensores: 11 Nitrati
Station: Fiume Marecchia (UNL02507)

andamento dei nitrati negli ultimi giorni





LA SCARSITA' DELLA RISORSA IDRICA IN PERIODI DI CRISI CLIMATICA: PROBLEMATICHE ESPERIENZE E PROPOSTE DI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Dip.to di Fisica, Aula Magna "Tullio Regge", Via P. Giuria, 1 - TORINO
29 Giugno 2023



GRAZIE PER L'ATTENZIONE !!

Immacolata Pellegrino ⁽¹⁾ & Paolo Severi ⁽²⁾

1) Regione Emilia – Romagna Area Tutela e Gestione Acqua

2) Regione Emilia – Romagna Area Geologi, suoli e sismica