

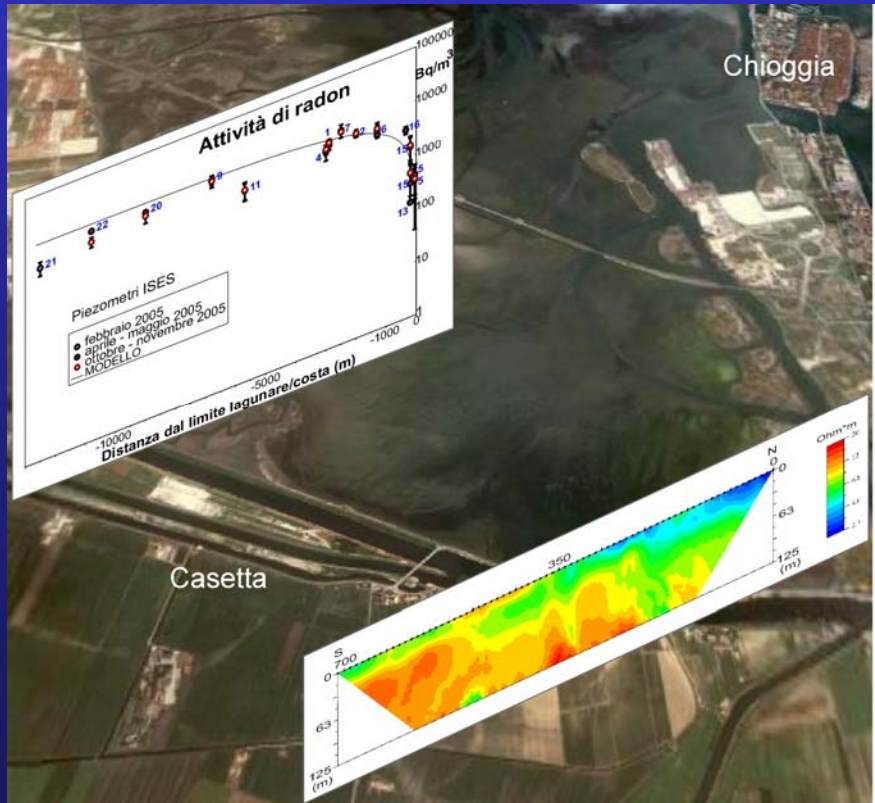
Motivazioni

- In continuazione con i progetti DRAIN e ISES
- Flussi di acqua sotterranea attraverso il fondo lagunare, sia come sorgenti localizzate che come infiltrazioni diffuse?
- Scambi d'acqua sotterranea tra Laguna di Venezia, fiumi e falde superficiali ai limiti lagunari?

PROGRAMMA DI RICERCA 2004-2006
LINEA 3.10



DETERMINAZIONE DEI FLUSSI D'ACQUA
SOTTERRANEA NEL SISTEMA LAGUNARE
VENEZIANO MEDIANTE TRACCIANTI ISOTOPICI
NATURALI E TOMOGRAFIE GEOELETTRICHE



Responsabile scientifico: Christelle Claude
Coordinatore operativo: Giancarlo Biella

Contraente 1: CEREGE Aix en Provence, France

Contraente 2: CNR - IDPA Milano

Contraente 3: CNR- ISMAR Venezia

Contraente 4: Provincia di Venezia

Contraente 5: Consorzio Adige Bacchiglione

Contraente 6: MORGAN RILIEVI srl Marghera

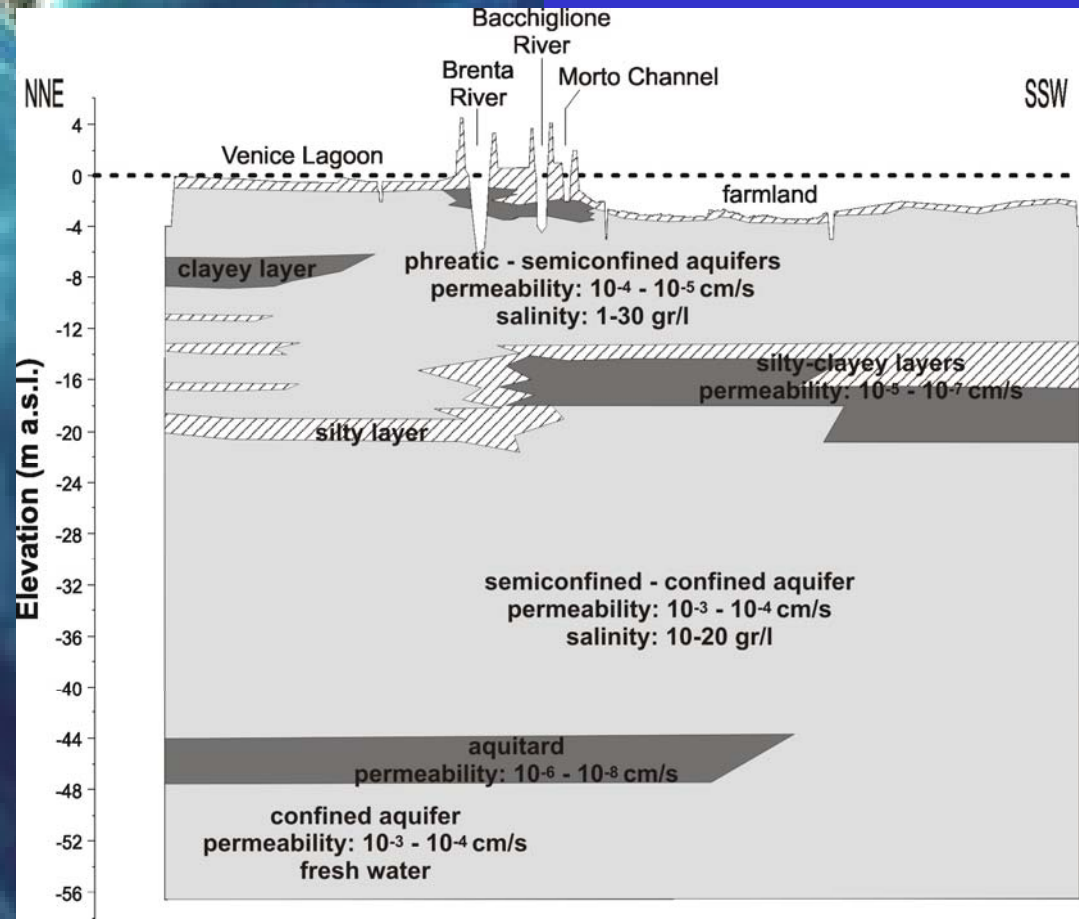
Partecipanti

| WP1 | | |
|---|---|--|
| C. Claude J. Gattaceca O. Radakovitch C. ValletCoulomb | CEREGE - Aix en Provence | <ul style="list-style-type: none"> • Chimica, isotopi e radioelementi delle acque sotterranee e superficiali e sedimenti |
| Adriano Mayer | CNR-IDPA Milano | |
| WP2 | | |
| G. Biella R. de Franco | CNR-IDPA Milano | <ul style="list-style-type: none"> • Tomografie elettriche tempo-varianti |
| A.Lozej | Università degli Studi di Milano | |
| WP3 | | |
| Luigi Tosi Federica Rizzetto Andrea Cucco | CNR-ISMAR Venezia | <ul style="list-style-type: none"> • Indagini geologiche e idrologiche • Modellizzazione idrodinamica della laguna e del sottosuolo circumlagunare. |
| Pietro Teatini | Università degli Studi di Padova | |
| WP4 | | |
| V. Bassan E. Conchetto A. Vitturi | Provincia di Venezia Servizio geologico | <ul style="list-style-type: none"> • Controllo dei livelli piezometrici e della salinità in piezometri circumlagunari. • Messa in opera di 16 nuovi piezometri al limite lagunare sud e carotaggi stratigrafici. |

| WP5 | | |
|---|---------------------------------|--|
| G. Gasparetto – Stori M. Barbetta | Consorzio Adige Bacchiglione | <ul style="list-style-type: none"> • Base-dati salinità e livello nella rete idrografica gestita dal CAB. • Supporto tecnico alla messa in opera di stendimenti tomografici e di nuovi piezometri. • campionamento mensil di precipitazioni per analisi isotopiche. |

| WP6 | | |
|-----------------------------------|-------------------|---|
| Marco Giada Barbara Chiozzotto | MORGAN RILIEVI | <ul style="list-style-type: none"> • Sponsor • Fornitura di dati mareografici, correntometrici, meteorologici e di salinità, cartografia e batimetria della Laguna di Venezia) • Rilievi tomografici marini nella Laguna di Venezia e nel Fiume Bacchiglione. • Rilievi tomografici terrestri nella zona di margine lagunare sud. • Supporto logistico e fornitura attrezzature per campionamenti isotopici. |





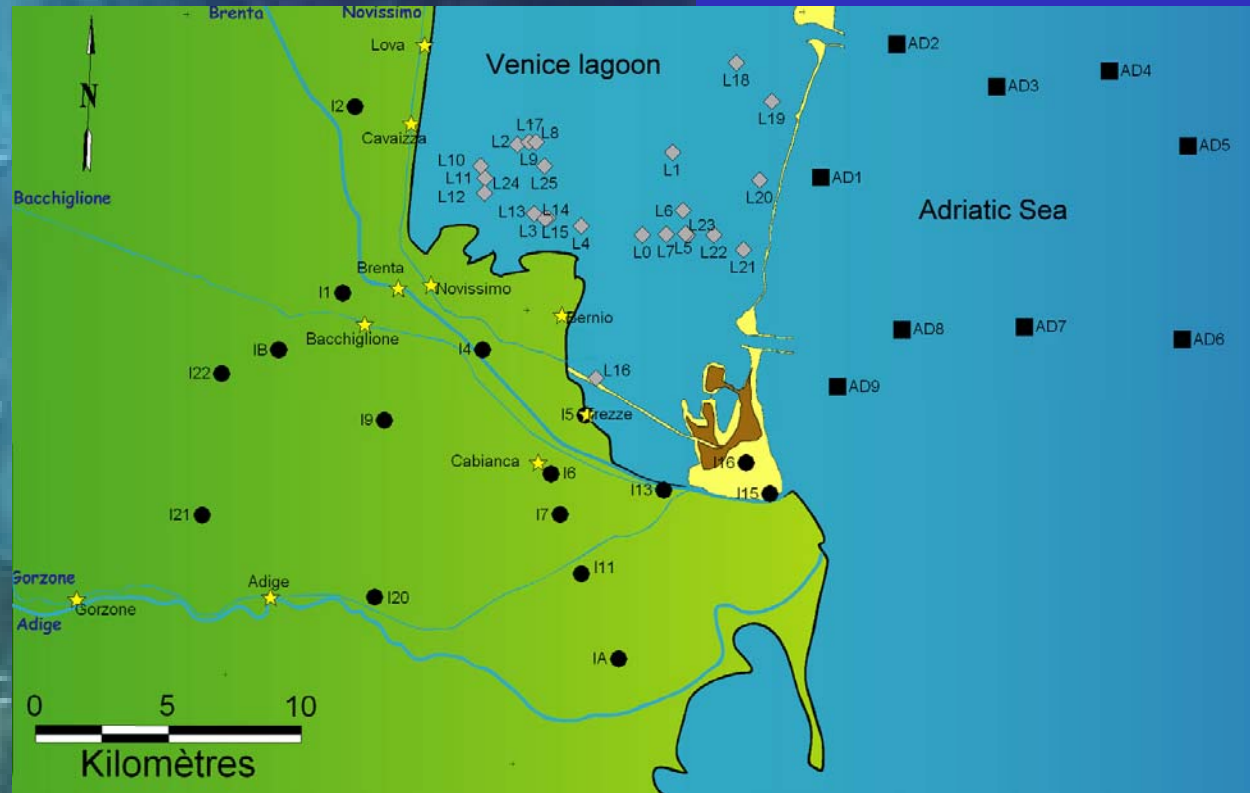
Specificità dei diversi traccianti isotopici

*** $\delta^{18}\text{O}$ e δD nelle acque:** Traccianti dell ' origine dell 'acqua (laguna, pioggia, falde, canali, fiumi)

***Attività di Radon (Bq/m^3):** Tracciante di acque sotterranee rispetto acque di superficie

*** $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$:** Tracciante dell 'acquifero e del bacino idrologico

***Attività di ^{226}Ra e ^{228}Ra :** Traccianti di interazione tra acque sottoreeanee dolci e salate, ed uscite di acque sotterranee in mare o laguna





$\delta^{18}O$

$$y = 7.323x + 5.366$$

$$R^2 = 1.000$$

$$y = 6.7465x - 1.0698$$

$$R^2 = 0.9937$$

Mare

-12 -10 -8 -6 -4 -2 0 2

δD

AD1su

Precipitazioni del NE Adriatico

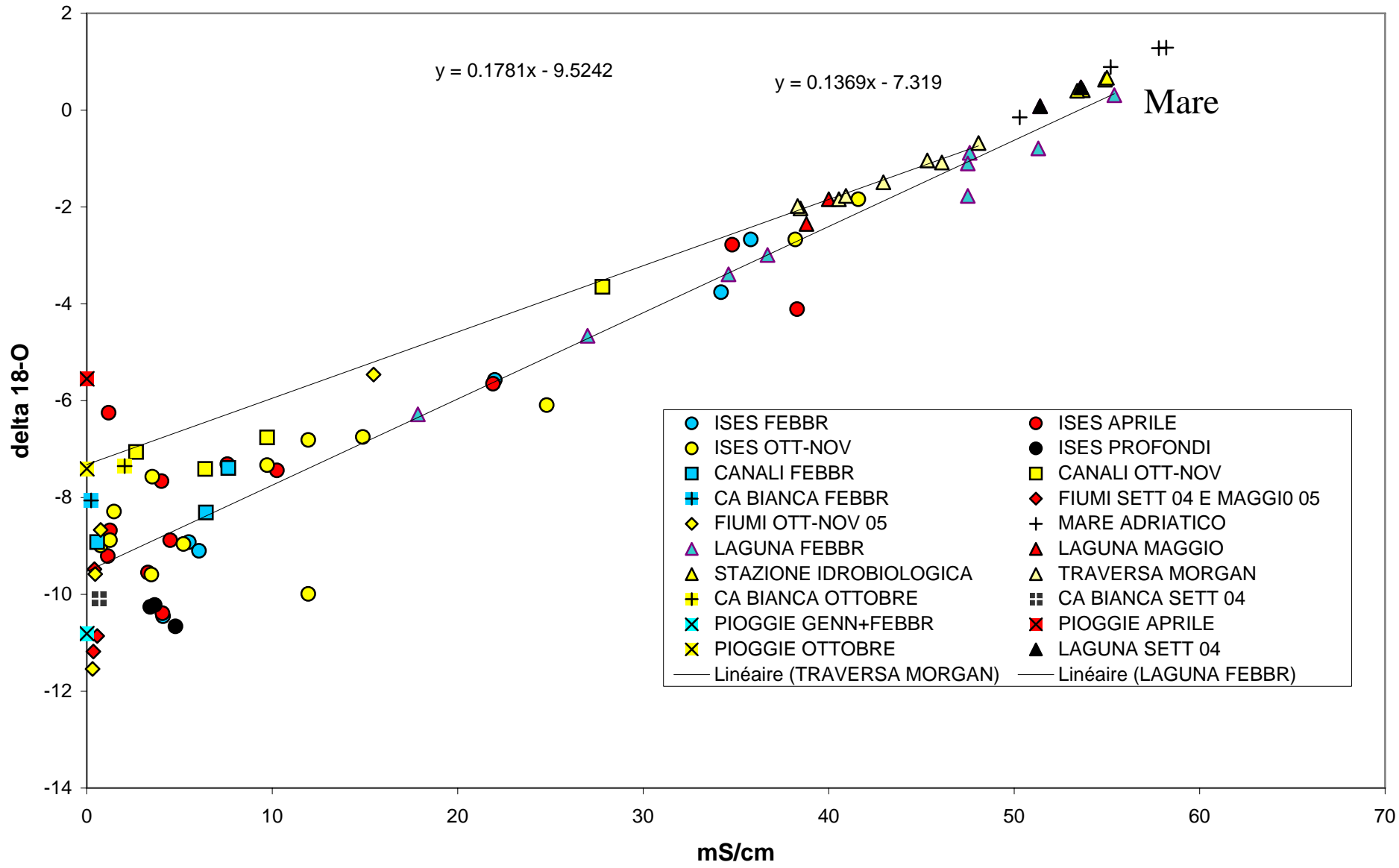
Acqua sotterranea

Adige Gorzone

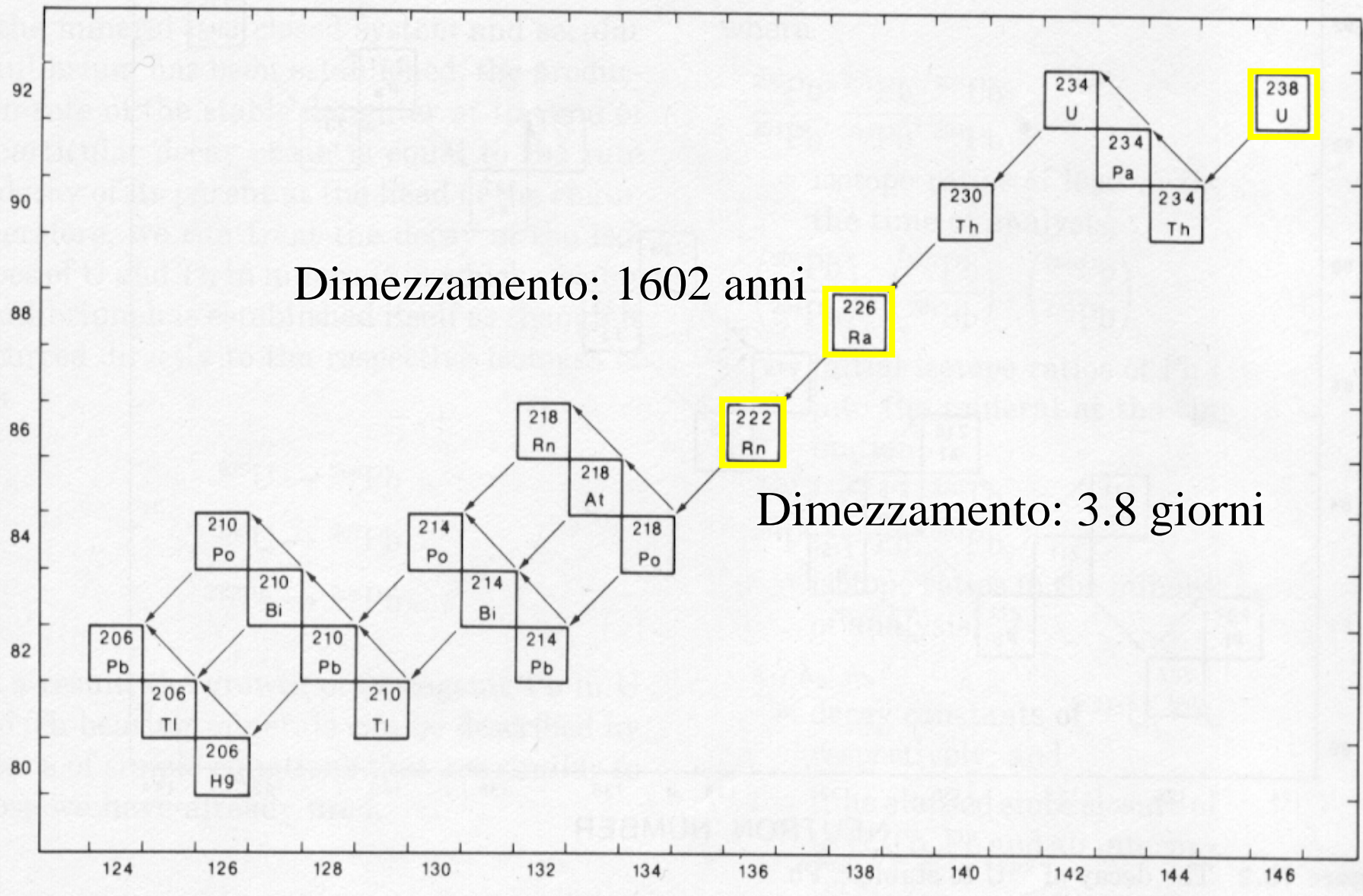
- | | | | |
|----------------------|-----------|-----------|----------|
| ISES Febbr | CA Bianca | lagune | Adriatic |
| ISES aprile | ISES Sett | NADRIATIC | piogge |
| Laguna Aprile-Maggio | Fiumi | Canali | |

-90

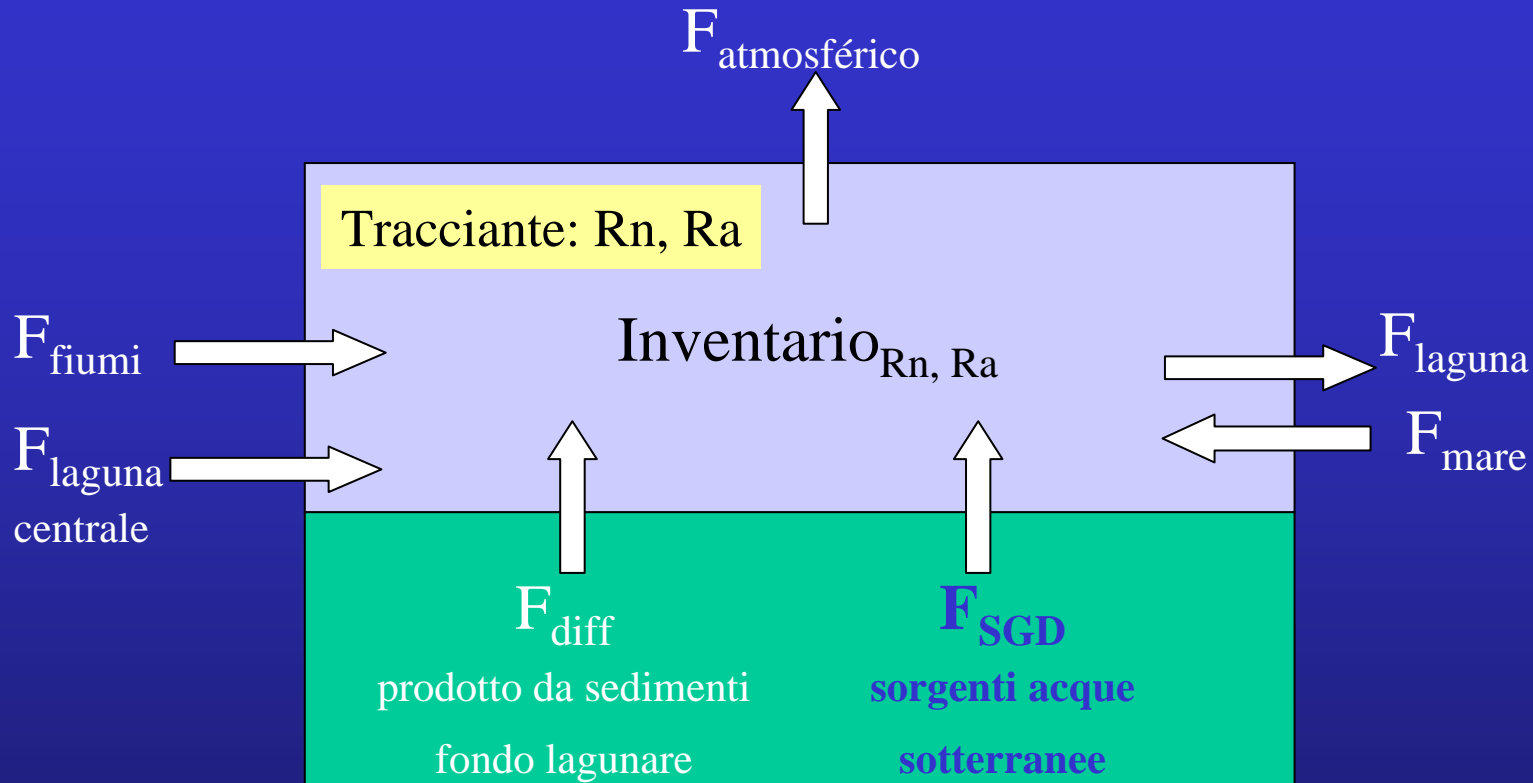




Quantificazione degli apporti di acque sotterranee
nel bacino Sud di Chioggia



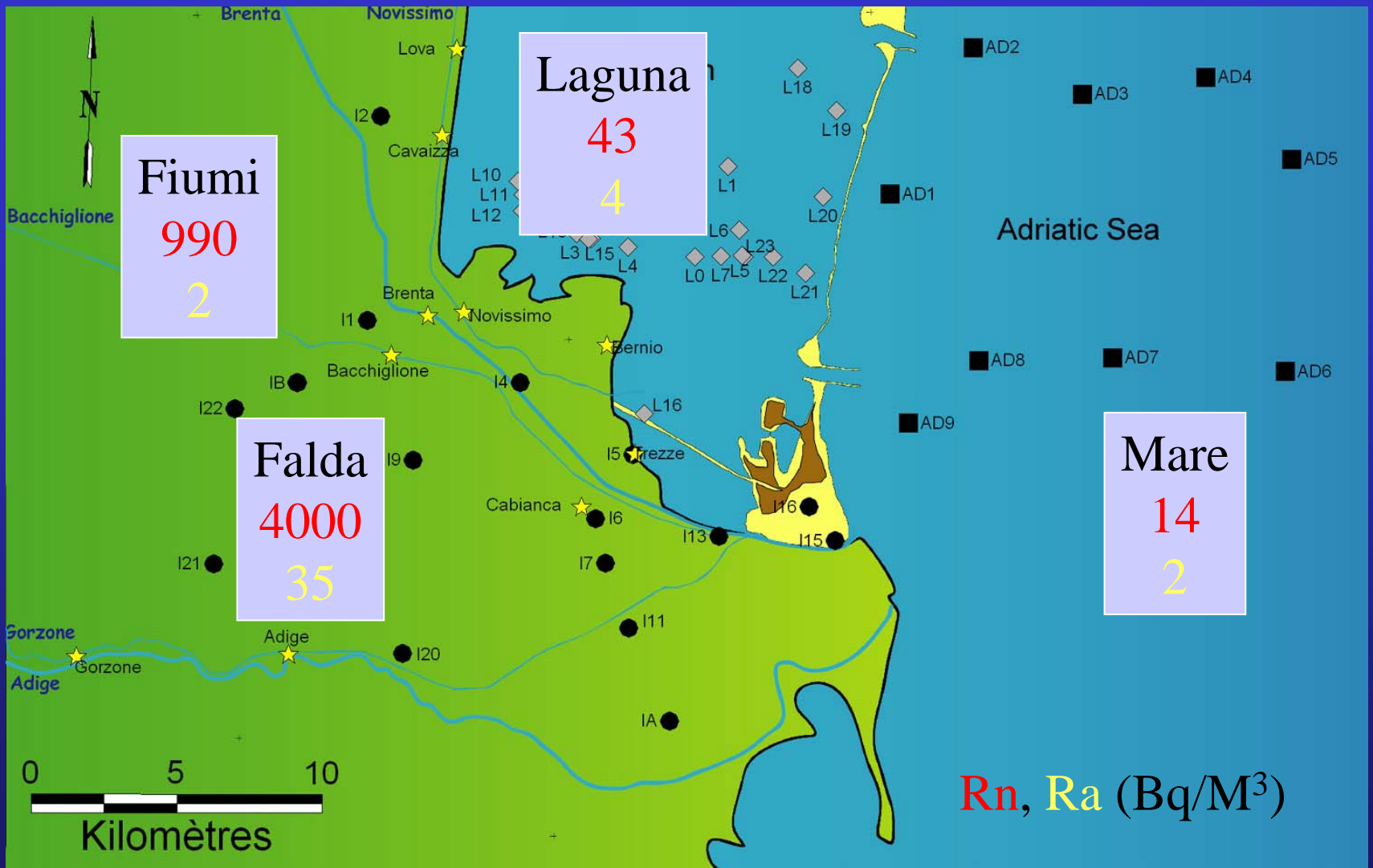
Bilancio di massa delle acque usando il Rn come tracciante



$$\frac{dRn}{dt} = F_f + F_{\text{laguna centr.}} + F_{\text{diff}} + F_{\text{SGD}} + F_{\text{radio}} + F_{\text{mare-laguna}} - F_{\text{laguna-mare}} - F_{\text{atm}} - I \cdot \lambda_{Rn}$$

$$\frac{dRa}{dt} = F_f + F_{\text{laguna centr.}} + F_{\text{diff}} + F_{\text{SGD}} + F_{\text{mare-laguna}} - F_{\text{laguna-mare}}$$

F = Flussi totali di Rn e Ra verso e dal bacino Sud



Quantificazione dei flussi di acque sotterranee nella Laguna di Venezia

| | radon | radio |
|---------------------------------------|----------|----------|
| Portata totale, m ³ /g | 3.15 E+5 | 2.77 E+5 |
| Portata totale, m ³ /s | 3.6 | 3.2 |
| Portata specifica L/m ² /g | 3.1 | 2.7 |
| % rispetto apporti di sup | 48 | 42 |
| Velocità dell'acqua, mm/g | ~ 6 | ~ 6 |
| Velocità dell'acqua, cm/s | ~ 7 E-6 | ~ 7 E-6 |

Risposte ai quesiti del bando

1. Quali sono i rapporti tra idrografia superficiale, falde superficiali e acque lagunari nel sistema lagunare veneziano?

- **Connessione sotterranea tra acque del retroterra ed acque lagunari in un acquifero costiero (prima falda semi-confinata) in una fascia di 2 km.**
- **L'origine della salinizzazione risulta dell'intrusione lagunare nella falda e non attraverso il fondo dei fiumi (Brenta).**
- **La falda freatica risente invece dell'influenza dei fiumi.**
- **Dal fondo lagunare, flussi d'acqua di falda sottomarina avvengono probabilmente in modo diffuso attraverso i sedimenti (dovute a correnti, maree, risospensione sed.)**

Risposte ai quesiti del bando

2) Quali sono le variazioni stagionali di tali rapporti?

- Poche variazioni stagionali della chimica della prima falda semiconfinata (equilibrio).**
- Il fronte d'avanzamento del cuneo salino si sposta circa 100 m (primavera più vicino alla laguna).**
- Il livello piezometrico della prima falda semi-confinata risente della marea.**

3) Quali sono i parametri chimico-fisici oggetto di apporti e interferenze tra acque dolci-salate?

- Apporti tra acque dolci e salate: conducibilità elettrica dell'acqua, le composizioni geochimiche (Cl, Br/Cl, Na/Ca, Ca/Mg, K), le composizioni isotopiche dell'ossigeno e dell'idrogeno.**
- L'interferenza tra acque dolci e salate nelle falde semiconfinate: concentrazioni di attività relativamente elevate di radio e relativamente basse di radon nell'acqua di falda**
- Il livello piezometrico della prima falda semi-confinata risente della marea.**
- Un parametro fisico che descrive bene gli apporti e le interferenze sopra citate è la resistività elettrica apparente della formazione (sedimenti).**

Risposte ai quesiti del bando

4)Quali sono i tempi di residenza di acque a diversa provenienza?

- Dati di radon: molto brevi nel acquifero costiero (qualche giorno minimo).**
- Modello idronamico della laguna: Una media di 12 giorni è stata calcolata per i punti in cui sono stati effettuati i campionamenti. Convalidato attraverso misure di Rn.**

Ringraziamenti

- MORGAN Rilievi
- Daniela Berto (ICRAM Chioggia)
- Folco Giomi e Gabriella Marin (Stazione Idrobiologica di Chioggia)
- Tommaso ed Andrea Giada