

# PROGETTO RICLIC



## Regional Impact of Climatic Change in Lombardy Water Resources: Modelling and applications (RICLIC-WARM)

**Responsabile**  
Tullia Bonomi

**Gruppo di lavoro**  
Letizia Fumagalli,  
Paola Canepa,  
Francesca Del Rosso  
Laura Ferrari,  
Valentina Pellacini

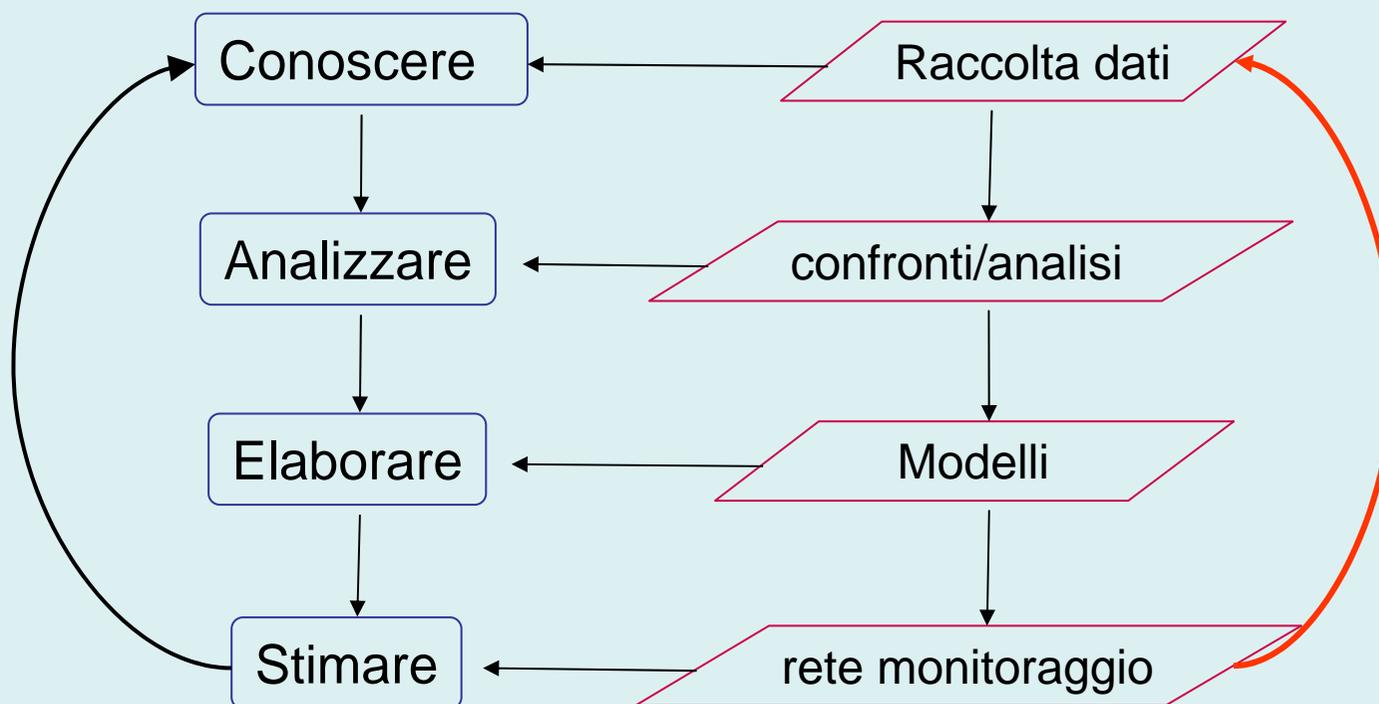


*Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio,  
Università degli Studi di Milano-Bicocca*

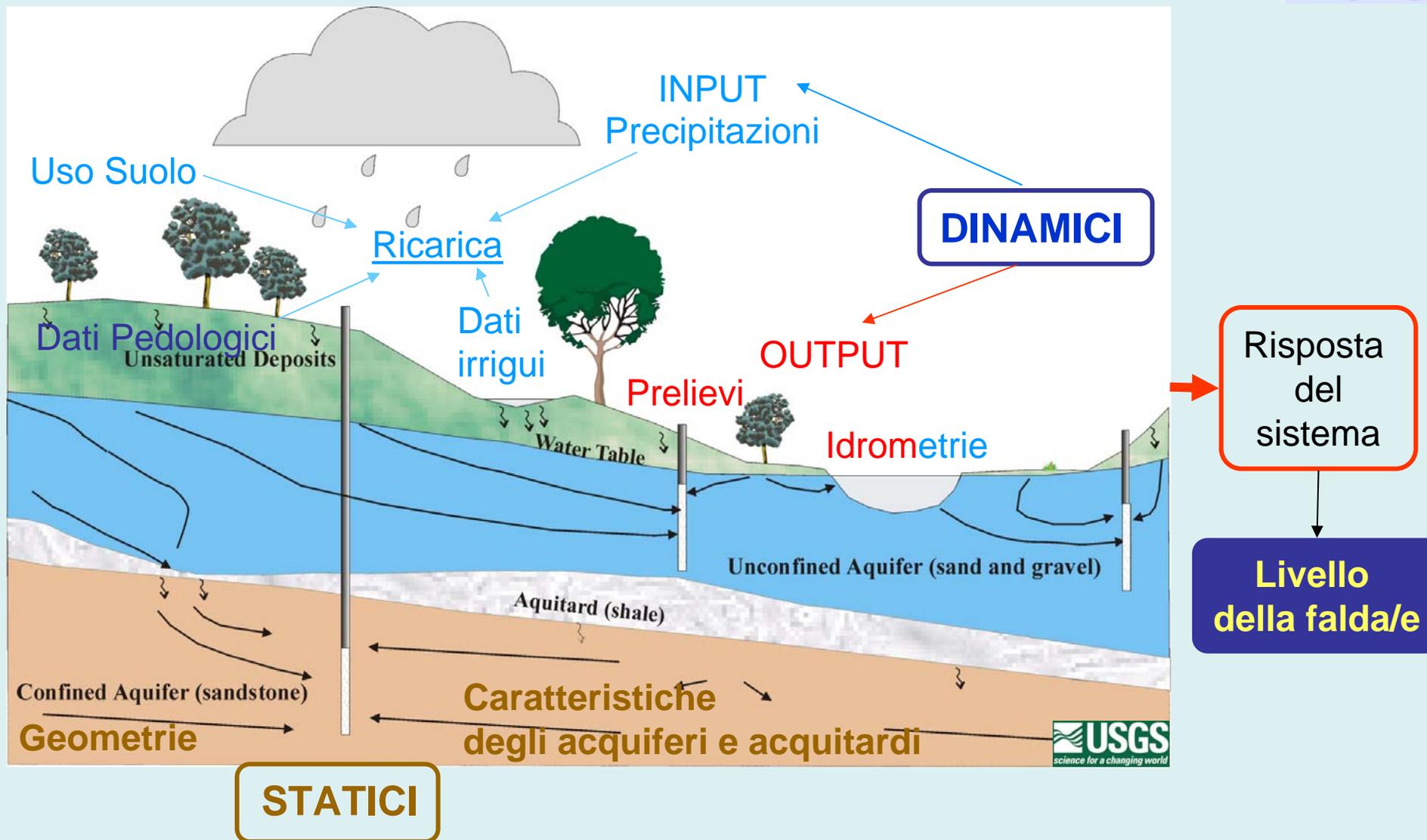
# PROGETTO RICLIC



## Obiettivi del gruppo di lavoro



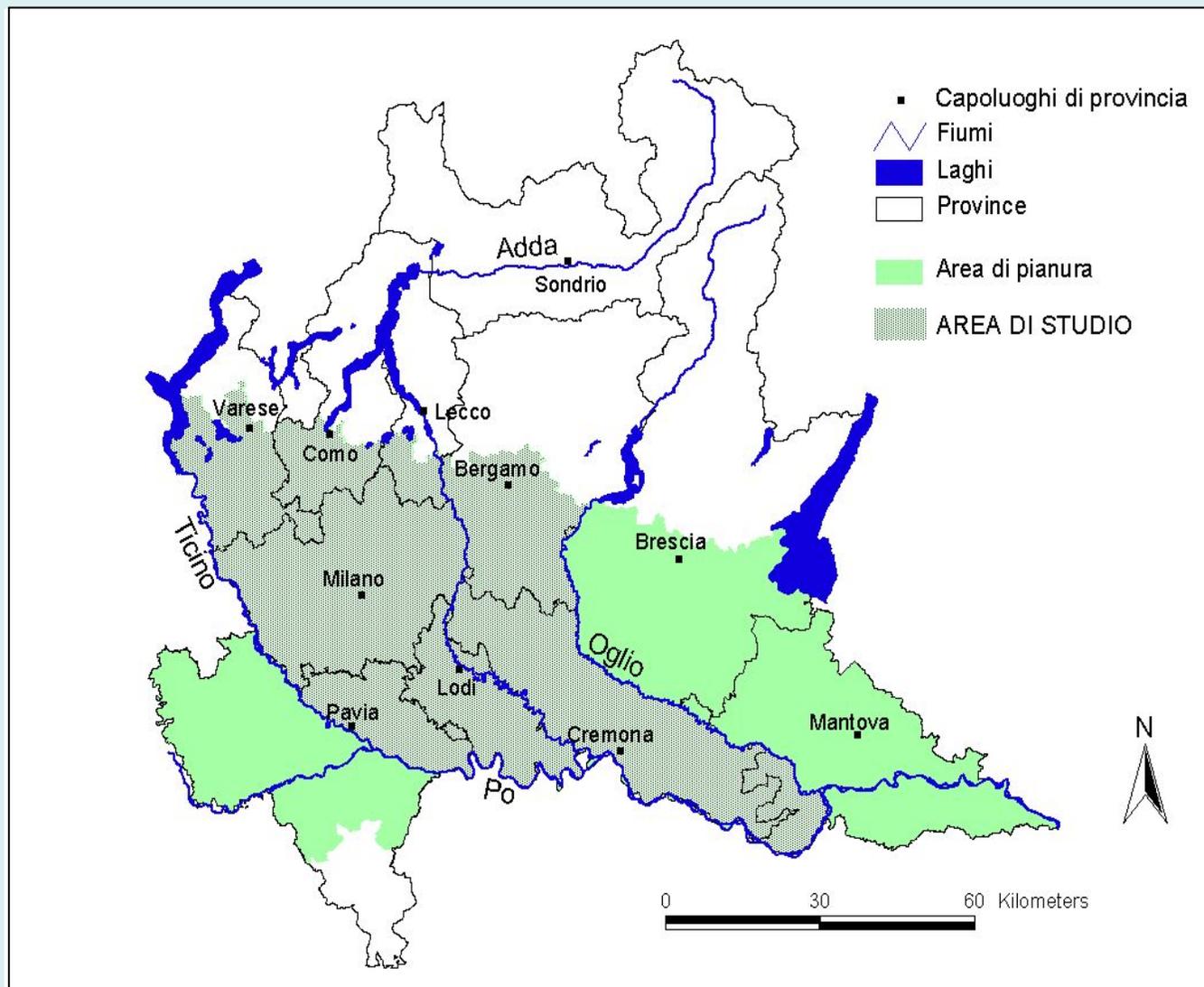
# Conoscenza delle acque sotterranee



I CAMBIAMENTI CLIMATICI E LE VARIAZIONI SPAZIALI E TEMPORALI DELLE RISORSE IDRICHE  
NELLA REGIONE LOMBARDA

Università Milano-Bicocca, Milano 21 Novembre 2007

## Area di studio per le acque sotterranee



I CAMBIAMENTI CLIMATICI E LE VARIAZIONI SPAZIALI E TEMPORALI DELLE RISORSE IDRICHE  
NELLA REGIONE LOMBARDA

Università Milano-Bicocca, Milano 21 Novembre 2007

## Raccolta dati pozzi (Province del Progetto)

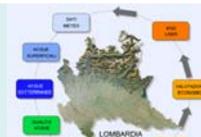


04/  
2006

PROVINCIA	ENTE CONTATTATO	DATI RACCOLTI
Bergamo	Provincia – Servizio Risorse idriche (21/4/06) ARPA (15/3/07)	891 pozzi
Lodi	ARPA – U.O. Territorio e Sistemi Ambientali (27/4/06)	4388 pozzi: 218 pubblici - 4170 privati
Como	Provincia - Servizio Risorse territoriali- escavazione pozzi (6/06)	645 pozzi del catasto 666 pozzi del Politecnico
Pavia	ARPA – U.O. Territorio e Attività Integrate Provincia – U.O. Risorse Idriche (5/2/07)	128 stratigrafie senza coordinate (ARPA Pavia) circa 110 pozzi nel database provinciale
Cremona	ARPA e Provincia (24/5/07) www.atlanteambientale.it	239 pozzi pubblici (Arpa Cremona) Scaricati (Provincia): 196 pozzi pubblici 753 pozzi privati
Varese	Provincia – ARPA Settore Ecologia ed Energia (25/6/07)	2469 tra pozzi, sonde, sondaggi e piezometri
Lecco	ARPA – U.O. Territorio e Sistemi Ambientali (25/9/07)	circa 500 pozzi circa 200 piezometri

09/  
2007

# Banca dati TANGRAM



Estrazione dati per distribuzione geografica

Visione - Modifica DATI PIEZOMETRICI  
POZZO 1 DI 10429

Visione - Modifica STRATIGRAFIA POZZI

Visione - Modifica DATI AMMINISTRATIVI  
RECORD 1 DI 6781

### UBICAZIONE e CODICE

PROVINCIA :	MILANO	COMUNE :	ABBIATEGRASSO
POZZO N° :	0001	CODICE POZZO :	0150020001

Via / Località	PIAZZA CASTELLO		
Utente	AMAGA	Proprietario	COMUNE
Quota	0	Profondità	0

Longitudine ( metri )	1493650	Latitudine ( metri )	5027400	Sistema di riferimento
-----------------------	---------	----------------------	---------	------------------------

CARTOGRAFIA di RIFERIMENTO

Nazionale	Regionale
-----------	-----------

Tipo scavo	Data costr. (gg/mm/aaaa)	Stato	ABBANDONATO	Data (gg/mm/aaaa)	01/01/1991
------------	--------------------------	-------	-------------	-------------------	------------

Tipologia	PUBBLICO	Data (gg/mm/aaaa)	Categoria	Data (gg/mm/aaaa)
-----------	----------	-------------------	-----------	-------------------

Stratigrafia	NO	Multitubatura	NO
--------------	----	---------------	----

Note

## Archiviazione dati pozzi (intera Regione)

PROVINCIA	Pozzi Pubblici	Pozzi Privati	TOTALE	Pozzi georef.	Pozzi con stratigrafia	Pozzi georef. con Stratigrafia
BERGAMO	377	1870	<b>2247</b>	1623	1094	941
CREMONA	272	754	<b>1026</b>	965	539	478
COMO	427	605	<b>1032</b>	1015	578	575
LECCO	26	1	<b>27</b>	27	23	23
LODI	218	3988	<b>4206</b>	3324	586	500
MILANO	2106	5511	<b>7617</b>	5607	3772	3556
PAVIA	83	47	<b>130</b>	102	127	99
VARESE	30	58	<b>88</b>	49	61	43
SONDRIO	5	2	7	7	6	6
BRESCIA	426	672	1098	395	841	331
MANTOVA	7	23	30	29	8	8
<b>TOTALE</b>	<b>3977</b>	<b>13531</b>	<b><u>17508*</u></b>	<b>13143</b>	<b>7635</b>	<b>6560</b>

\* 10.000 erano già caricati  
prima del progetto

I CAMBIAMENTI CLIMATICI E LE VARIAZIONI SPAZIALI E TEMPORALI DELLE RISORSE IDRICHE  
NELLA REGIONE LOMBARDA

Università Milano-Bicocca, Milano 21 Novembre 2007

## Situazione prevista prossimi mesi



PROVINCIA	CARICATI	Fase di lavoro	STIMA
COMO	1032	Fase controllo	1032
LODI	4206	Fase controllo	4206
CREMONA	1026	Fase controllo	1026
MILANO	7617	Fase controllo	7617
BERGAMO	2247	Confronto Provincia – ARPA	~ 2400
LECCO	27	Conversione dal database ARPA a Tangram	~ 500
PAVIA (Pavese)	9	1. Caricamento nel database provincia 2. conversione in Tangram	~ 350
VARESE	88	Conversione dal database provincia a Tangram	~ 2380
TOTALE POZZI NELLA BANCA DATI	<u>16470</u>		~ 19600

# Banca Dati TANGRAM (in rete)



Tangram database per pozzi



Home Consultazione Aggiornamento Contatti Tangram

Utente: tullia bonomi - Università degli Studi di Milano - Bicocca Esci

Dati	Standard	Istat
Dati amministrativi (per Comune-Provincia)	Componenti principali	Comuni (ricerca)
Dati amministrativi (per Utente, Indirizzo...)	Componenti accessori	Comuni per Provincia
<b>Scheda pozzo</b>	Tessiture	
Caratteristiche dei pozzi	Colori	Elenco Province
Stratigrafie	Pesi	
Piezometrie	Valori di permeabilità e porosità	
Coordinate		<b>Gestione</b>
Consumi		Dati autorizzati
Prove idrauliche	Esempio con Google Maps	

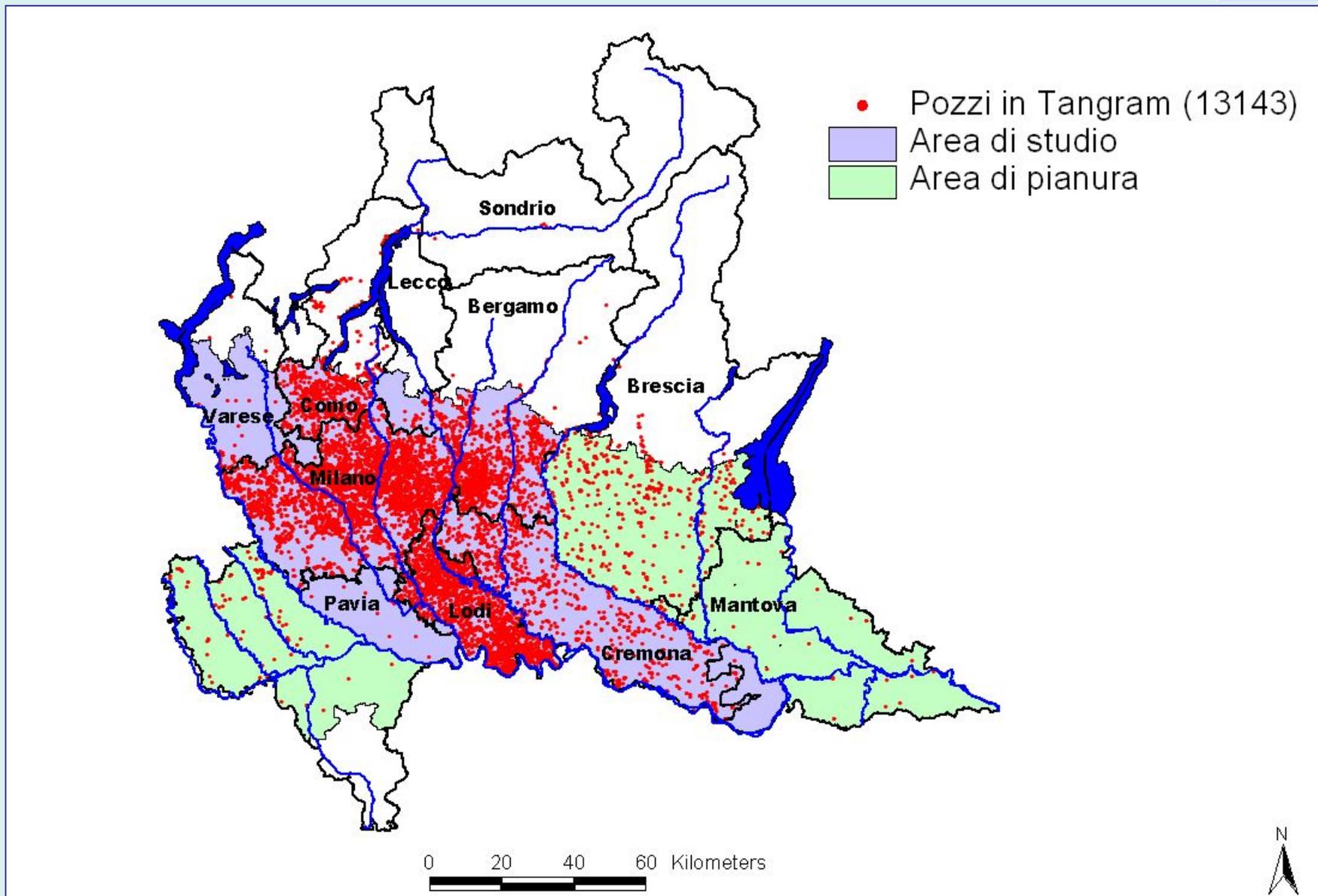
Click su «Esci» per lasciare il programma!

Utente: tullia bonomi - Università degli Studi di Milano - Bicocca Esci

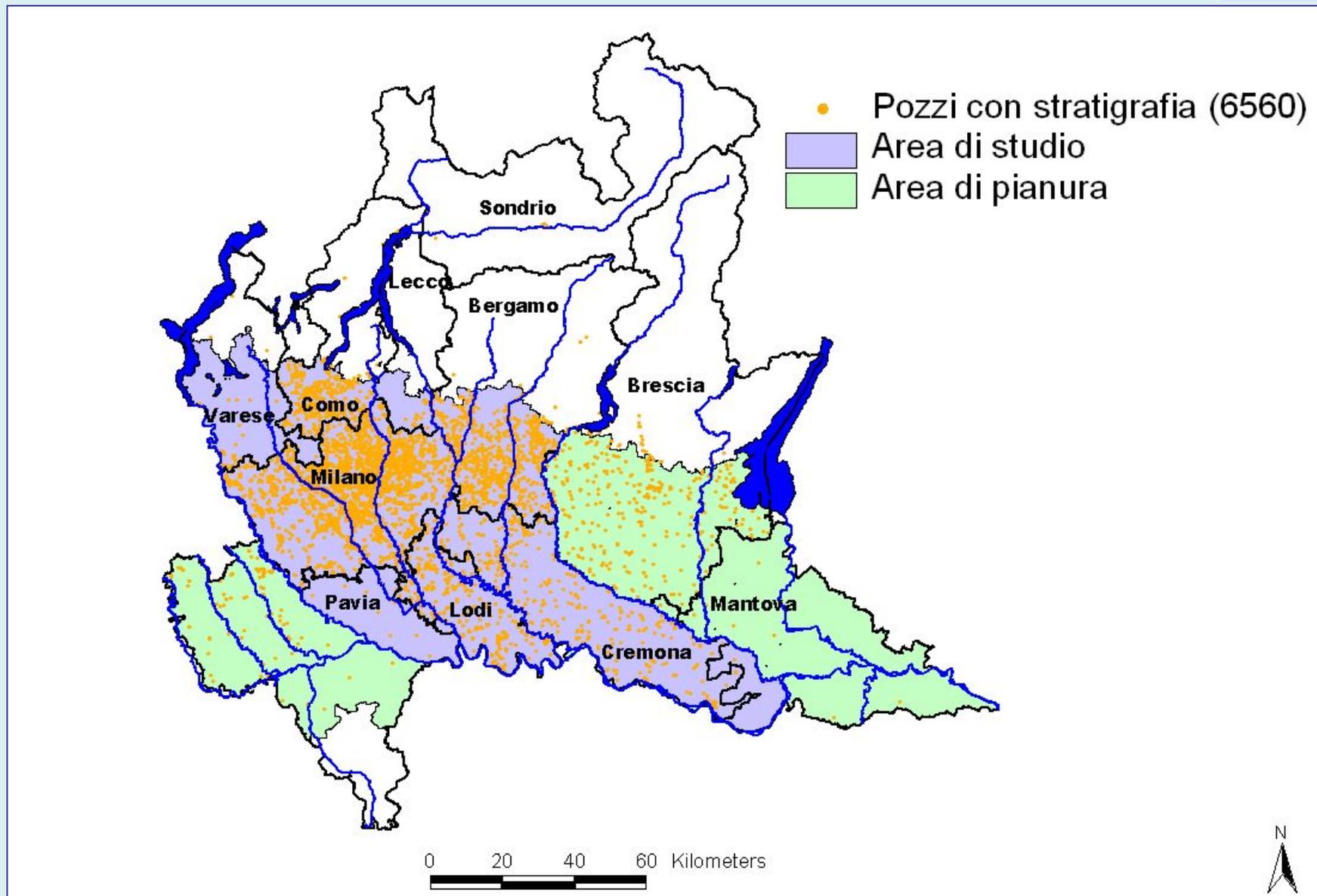
Dati	Standard	Gestione
Dati amministrativi	Componenti	Utenti
Stratigrafie	Tessiture	Nuovo utente
Piezometrie	Colori	Autorizzazioni
Coordinate	Pesi	Statistiche
Consumi	Valori di permeabilità e porosità	
Perforazioni multitubatura		Adesso in linea: 1 utenti

Click su «Esci» per terminare il programma!

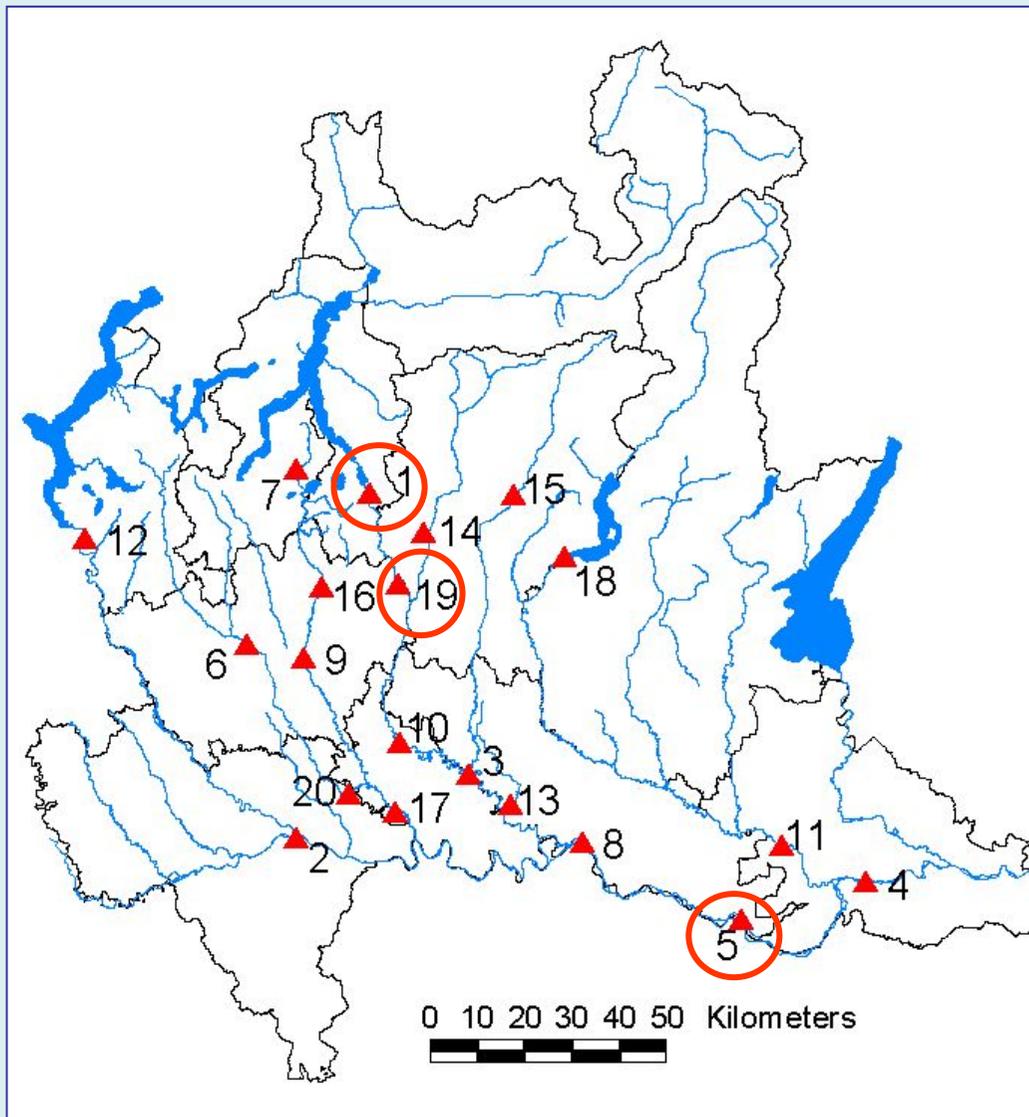
# Pozzi georeferenziati



# Pozzi georeferenziati con stratigrafia



# Idrometri manuali/meccanici



## LEGENDA

▲ Idrometri manuali/meccanici

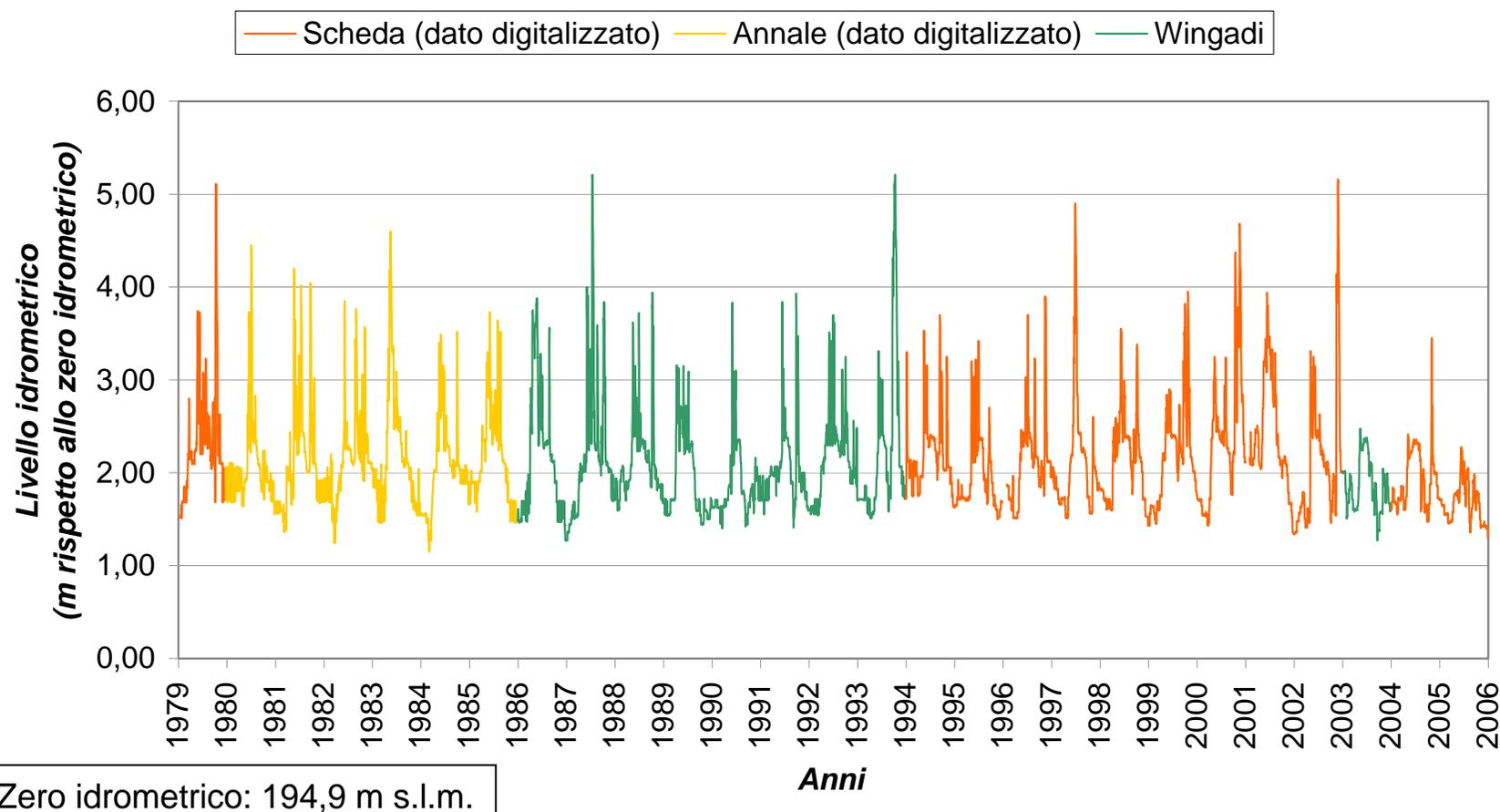
ID	STAZIONE	CONSISTENZA
1	Adda a Lavello	1979-2005
2	Becca	1979-1997
3	Boccaserio	1979-1996
4	Borgoforte	1979-1996
5	Casalmaggiore	1979-1997
6	Cascina Torrazza	1979-1999
7	Casino d'Erba	1979-1996
8	Cremona	1979-1997
9	Lambro a Parco Feltre	1979-1999
10	Lodi	1979-1998
11	Marcarla	1979-1997
12	Miorina a valle	1979-1992
13	Pizzighettone	1979-1994
14	Ponte Briolo	1979-1998
15	Ponte Cene	1979-1998
16	Ponte S. Giorgio	1979-1997
17	S. Colombano al Lambro	1979-1996
18	Sarnico	1979-1985
19	Trezzo d'Adda - ponte	1979-2001
20	Villanterio	1979-1985

I CAMBIAMENTI CLIMATICI E LE VARIAZIONI SPAZIALI E TEMPORALI DELLE RISORSE IDRICHE  
NELLA REGIONE LOMBARDIA

Università Milano-Bicocca, Milano 21 Novembre 2007

# Idrometri manuali/meccanici - dati giornalieri -

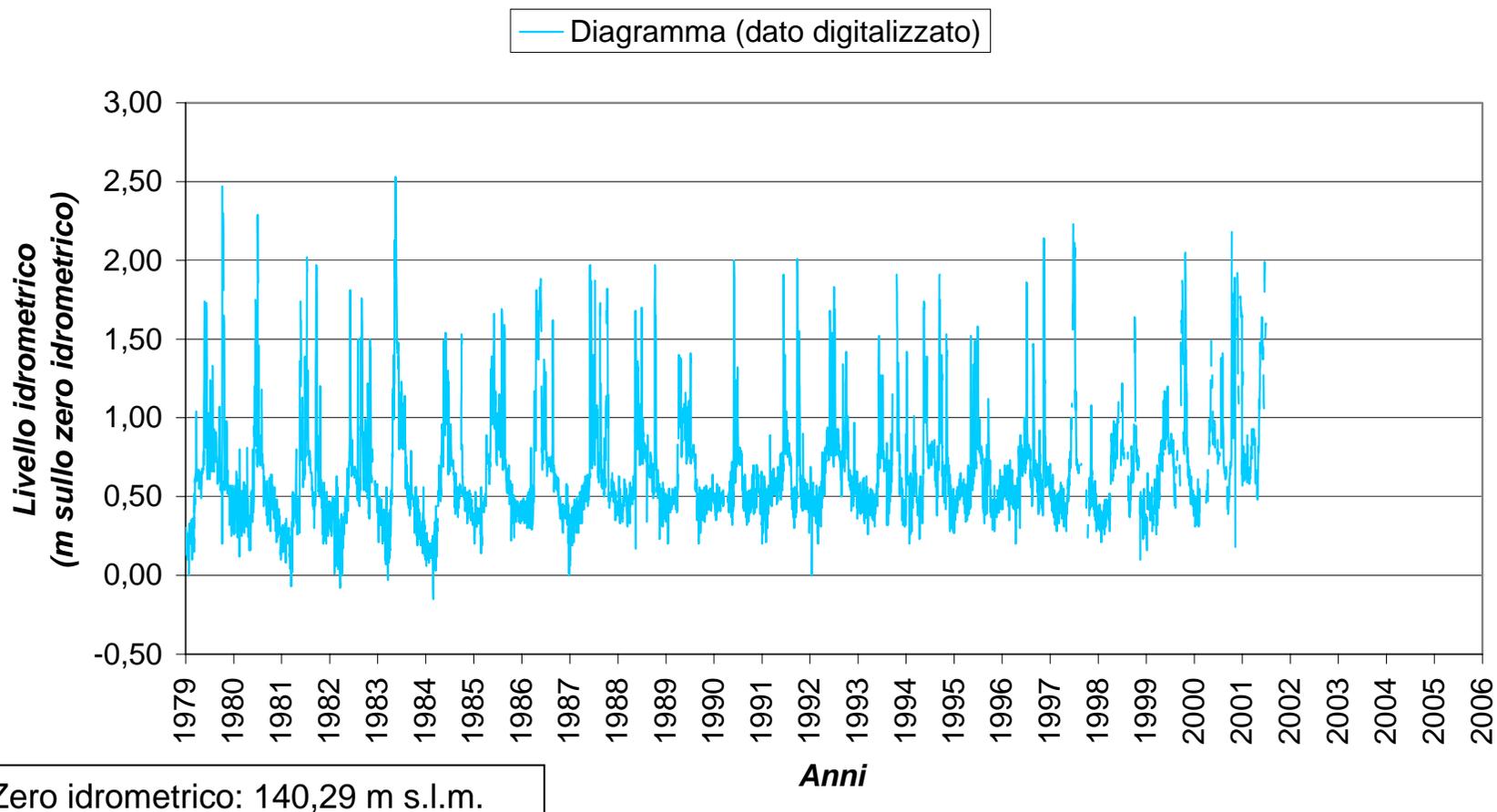
## LIVELLO IDROMETRICO NELLA STAZIONE MANUALE/MECCANICA "ADDA A LAVELLO"



# Idrometri manuali/meccanici

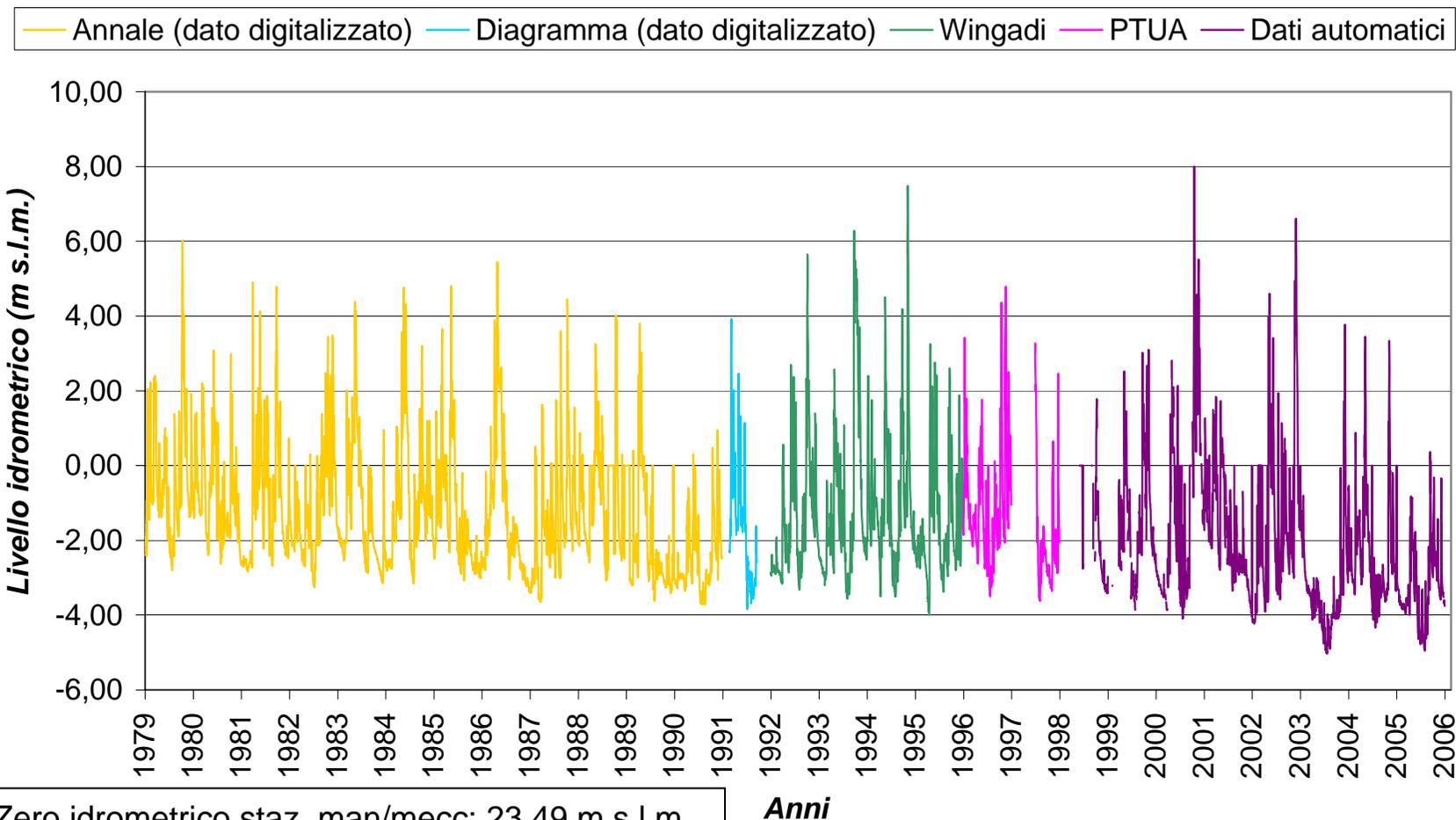
- dati giornalieri -

## LIVELLO IDROMETRICO NELLA STAZIONE MECCANICA "TREZZO SULL'ADDA-ponte"



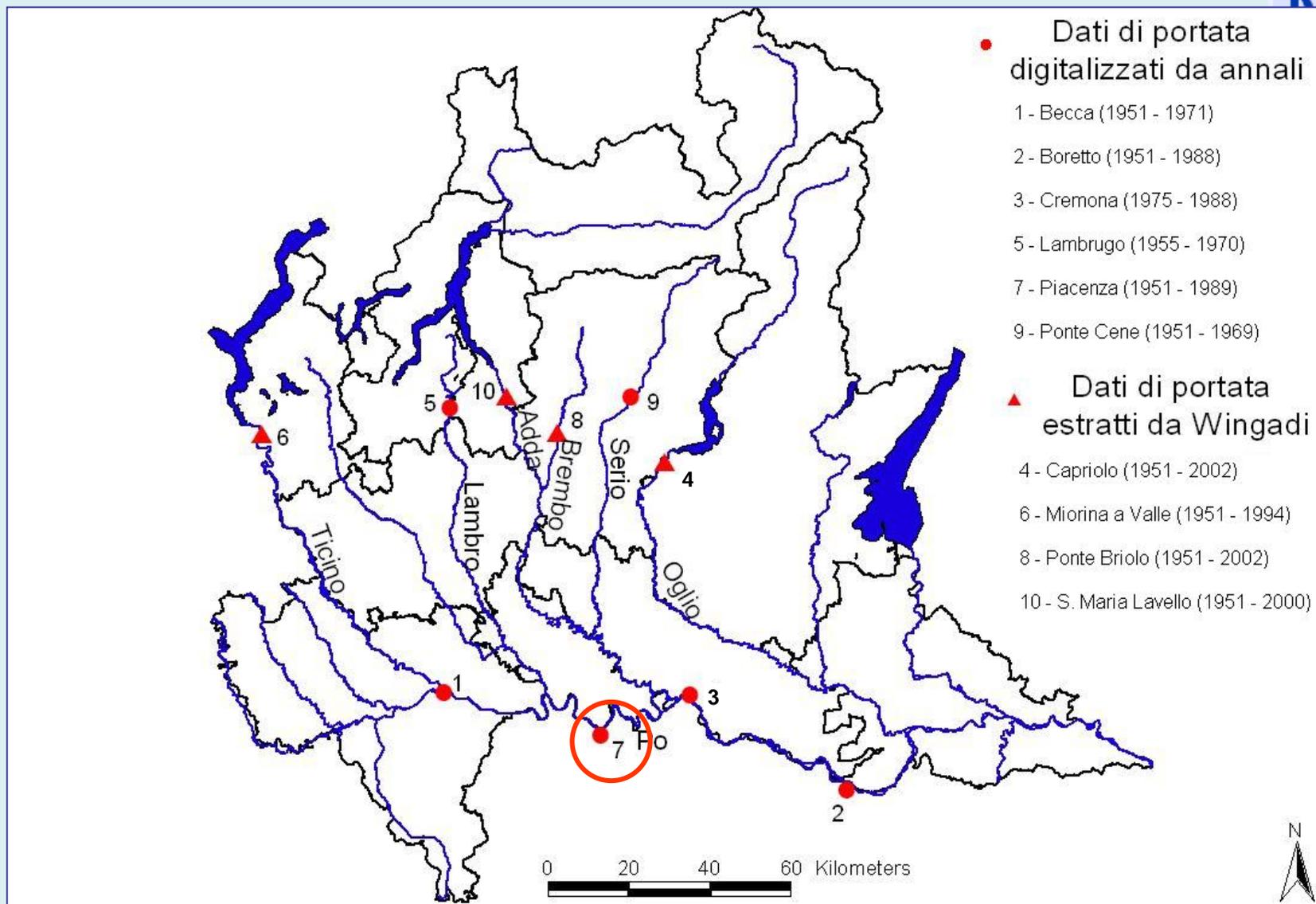
# Idrometri manuali/meccanici - dati giornalieri -

## LIVELLO IDROMETRICO a CASALMAGGIORE



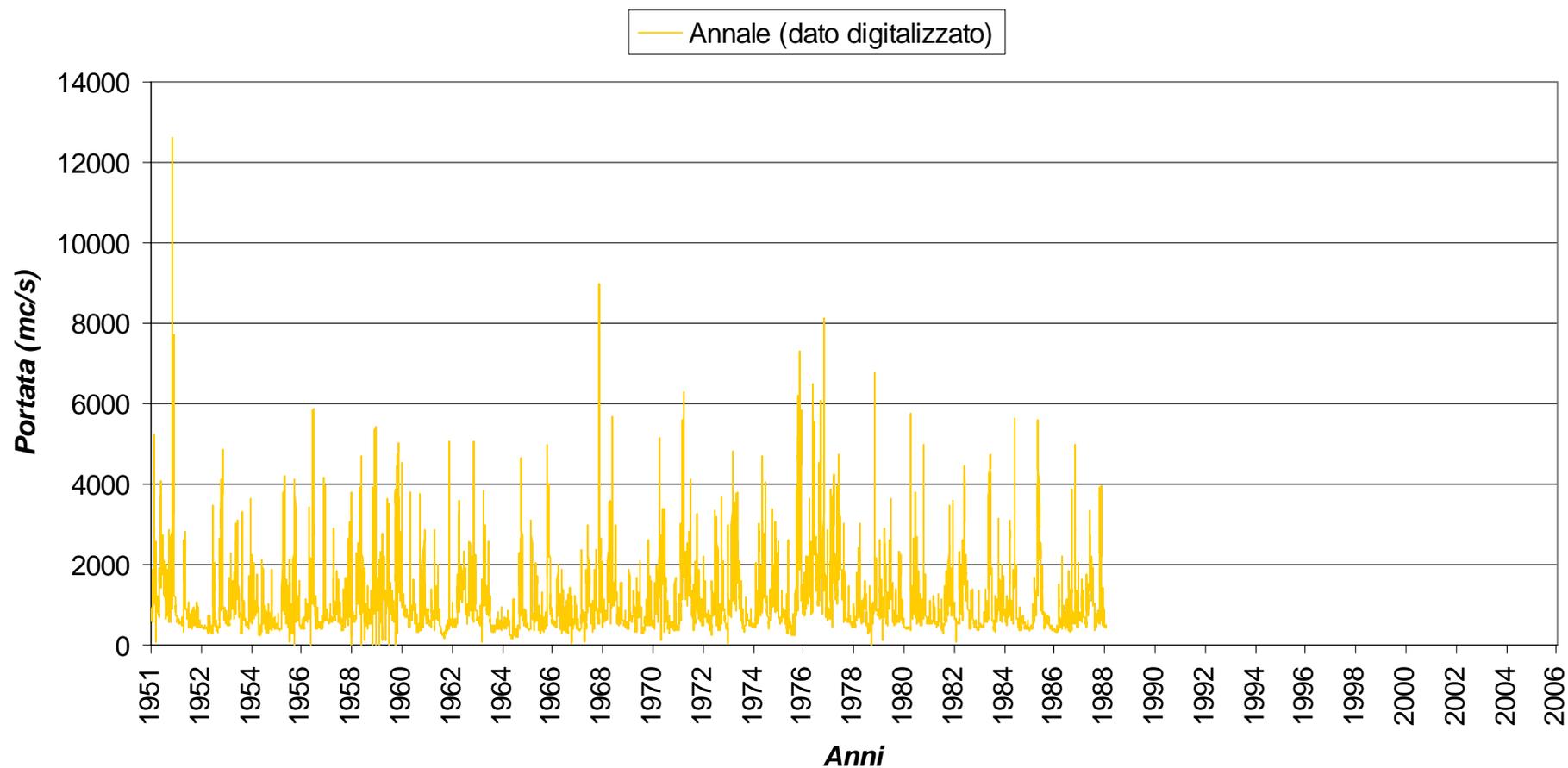
Zero idrometrico staz. man/mecc: 23,49 m s.l.m.  
Zero idrometrico stazione automatica: *manca*

## Portate a stazioni manuali/meccanici

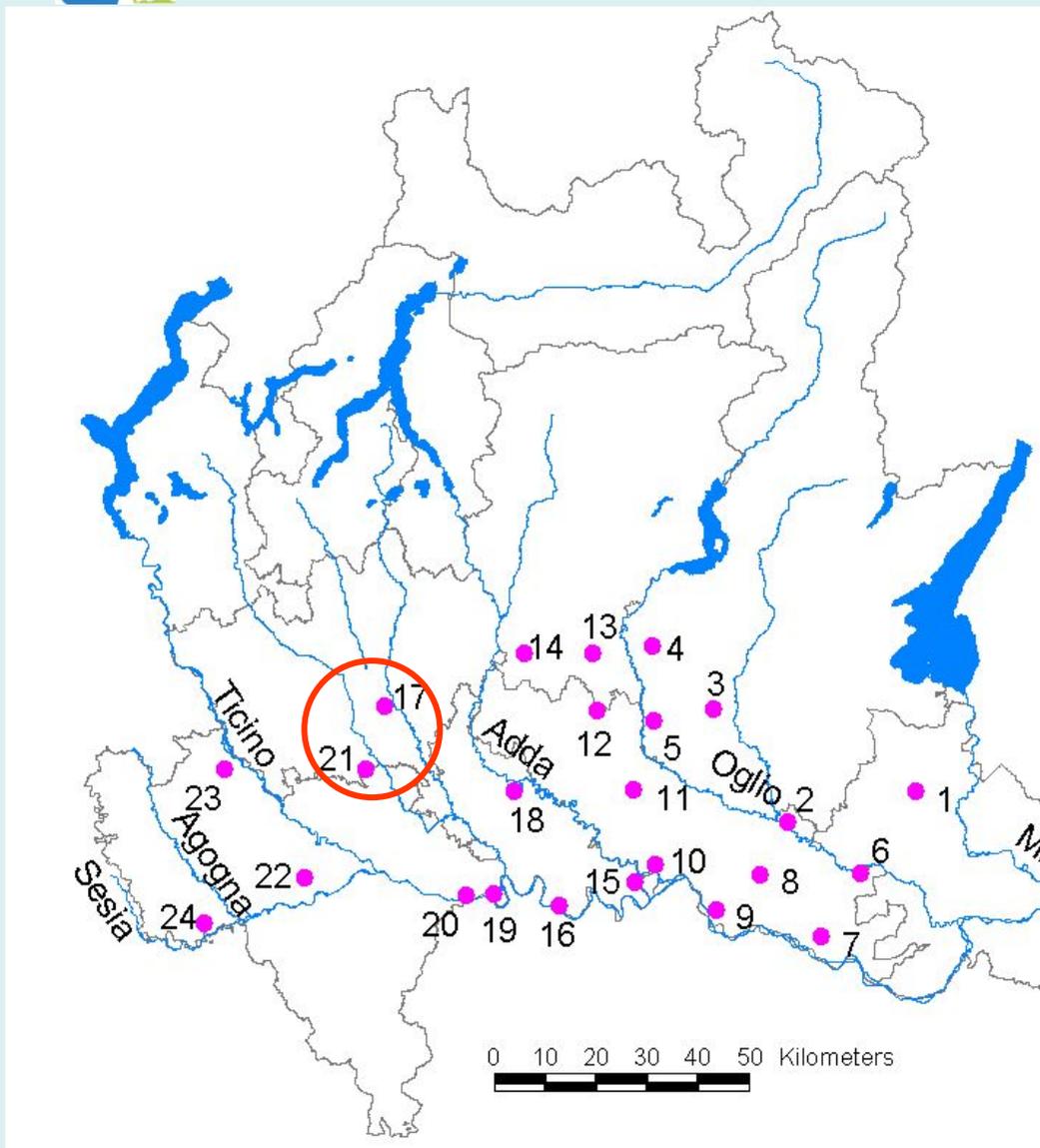


# Portate (mc/s) - dati giornalieri -

PORTATA NELLA STAZIONE di PIACENZA 1951 - 1988



# Stazioni freatiche



## LEGENDA

● Stazioni freatiche  
(ex SIMN)

ID	STAZIONE	CONSISTENZA
1	Ceresara	1951-1996
2	Ostiano	1951-1998
3	Dello	1951-1998
4	Chiari	1951-1975
5	Orzinuovi	1951-1983
6	Calvatone	1951-1977
7	Gussola	1951-1990
8	Pieve San Giacomo	1951-1990
9	Brancere	1951-1998
10	Spinadesco	1956-1977
11	Soresina	1951-1998
12	Casaleto Sopra	1951-1998
13	Romano Lombardo	1951-1985
14	Treviglio	1951-1987
15	Castelnuovo Bocca d'Adda	1951-1979
16	San Rocco al Porto	1951-1985
17	Milano (Via Morsenchio)	1964-2004
18	Soltarico	1951-1997
19	Monticelli Pavese	1951-1984
20	Pieve Porto Morone	1951-1984
21	Siziano	1951-1997
22	Cava Carbonara	1951-1998
23	Vigevano	1951-1980
24	Pieve del Cairo	1951-1998

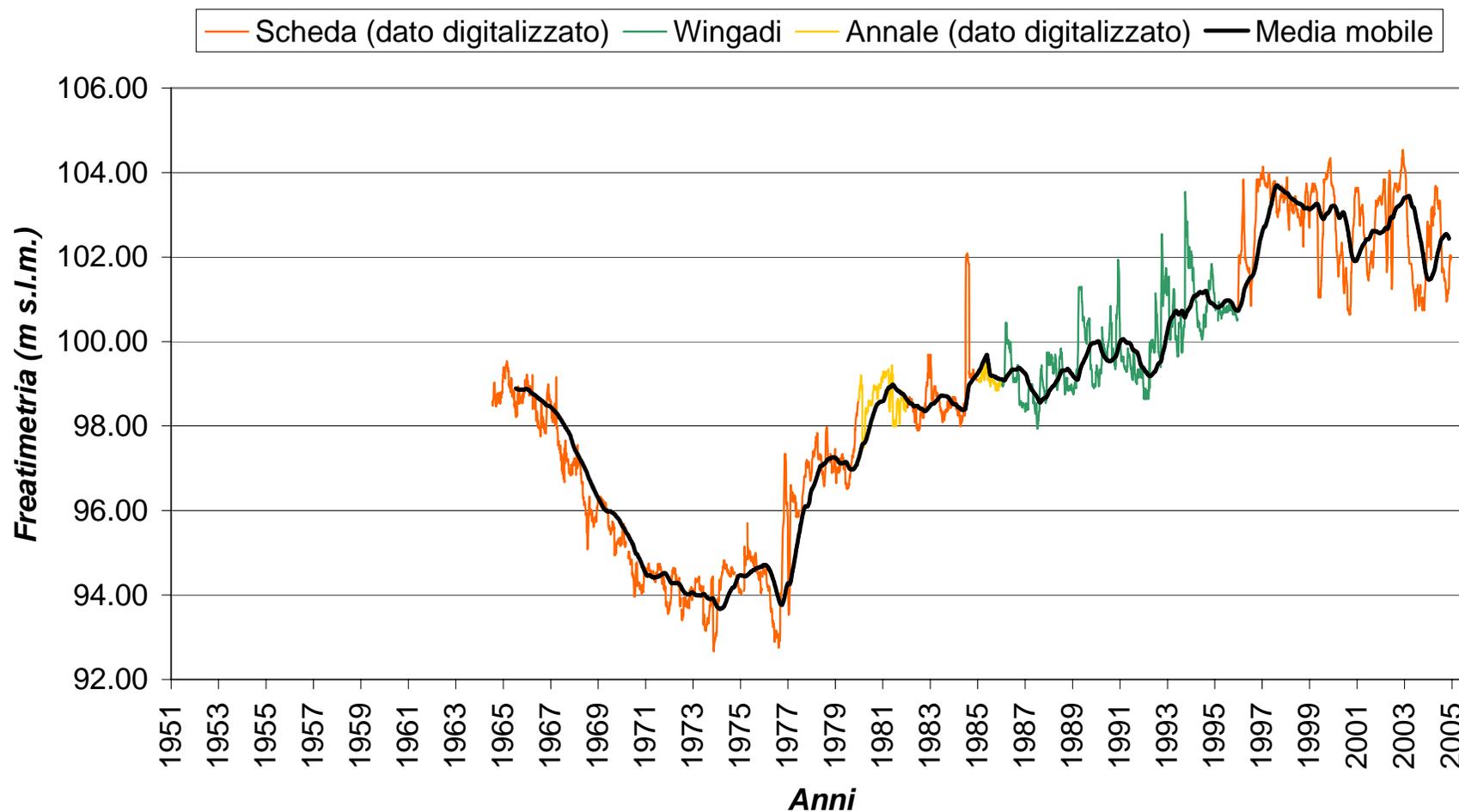
I CAMBIAMENTI CLIMATICI E LE VARIAZIONI SPAZIALI E TEMPORALI  
NELLA REGIONE LOMBARDIA

Università Milano-Bicocca, Milano 21 Novembre 2007

# Dati freatimetrici

- dati ogni 3 giorni -

## STAZIONE FREATIMETRICA "MILANO Via Morsenchio" 1964 - 2005

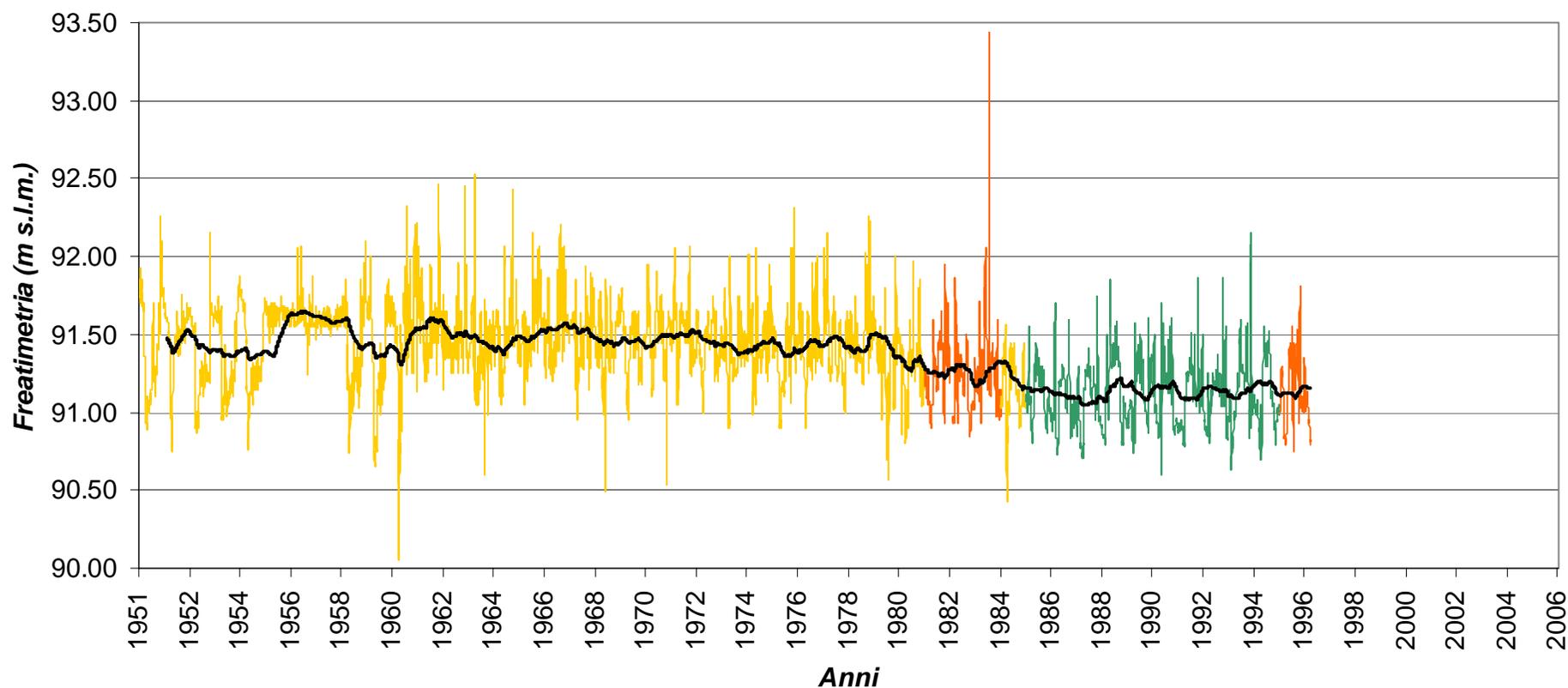


# Dati freatimetrici

- dati ogni 3 giorni -

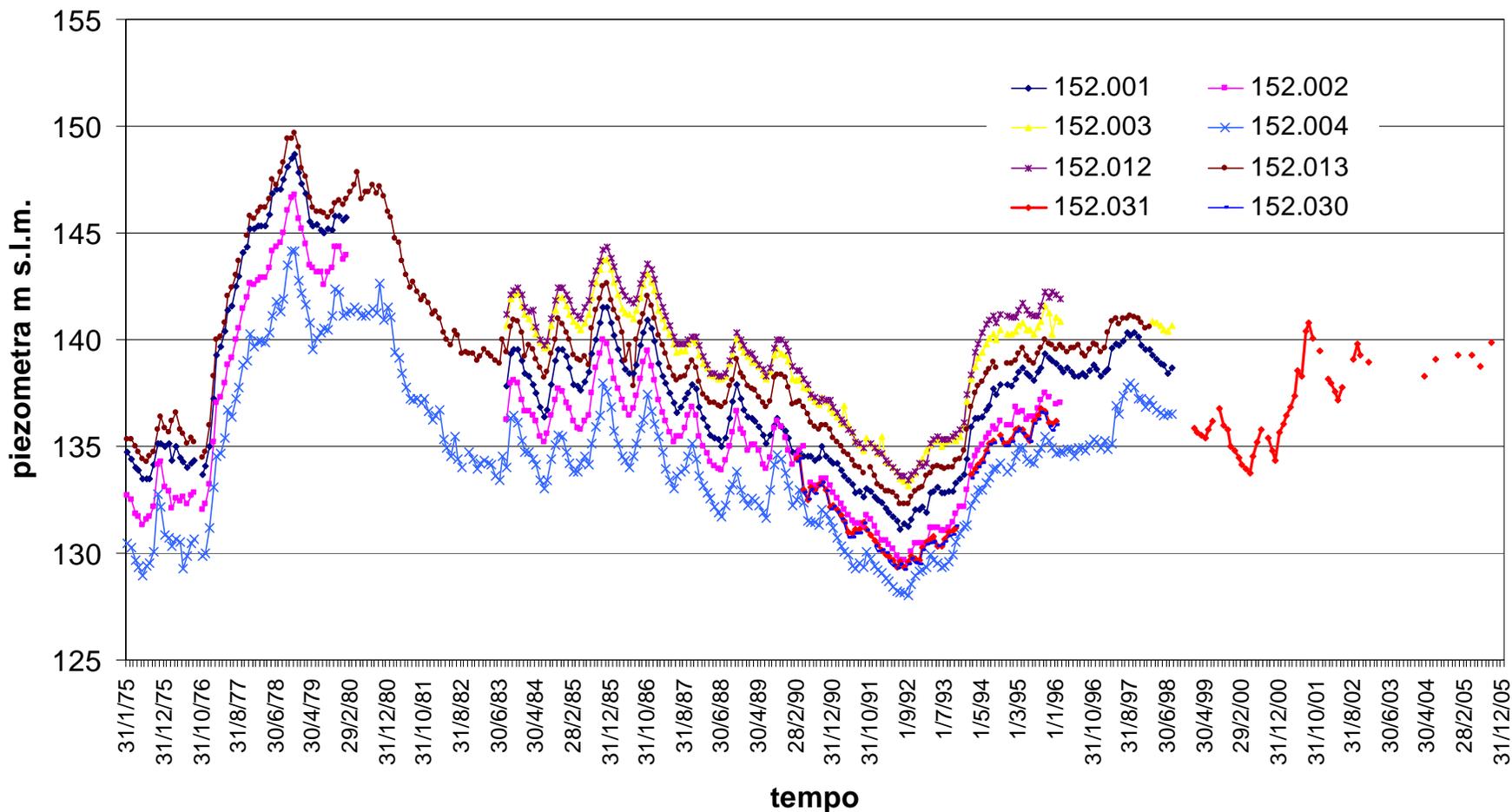
## STAZIONE FREATIMETRICA "Siziano" 1951 - 1996

— Annale (dato digitalizzato) — Scheda (dato digitalizzato) — Wingadi — Media Mobile

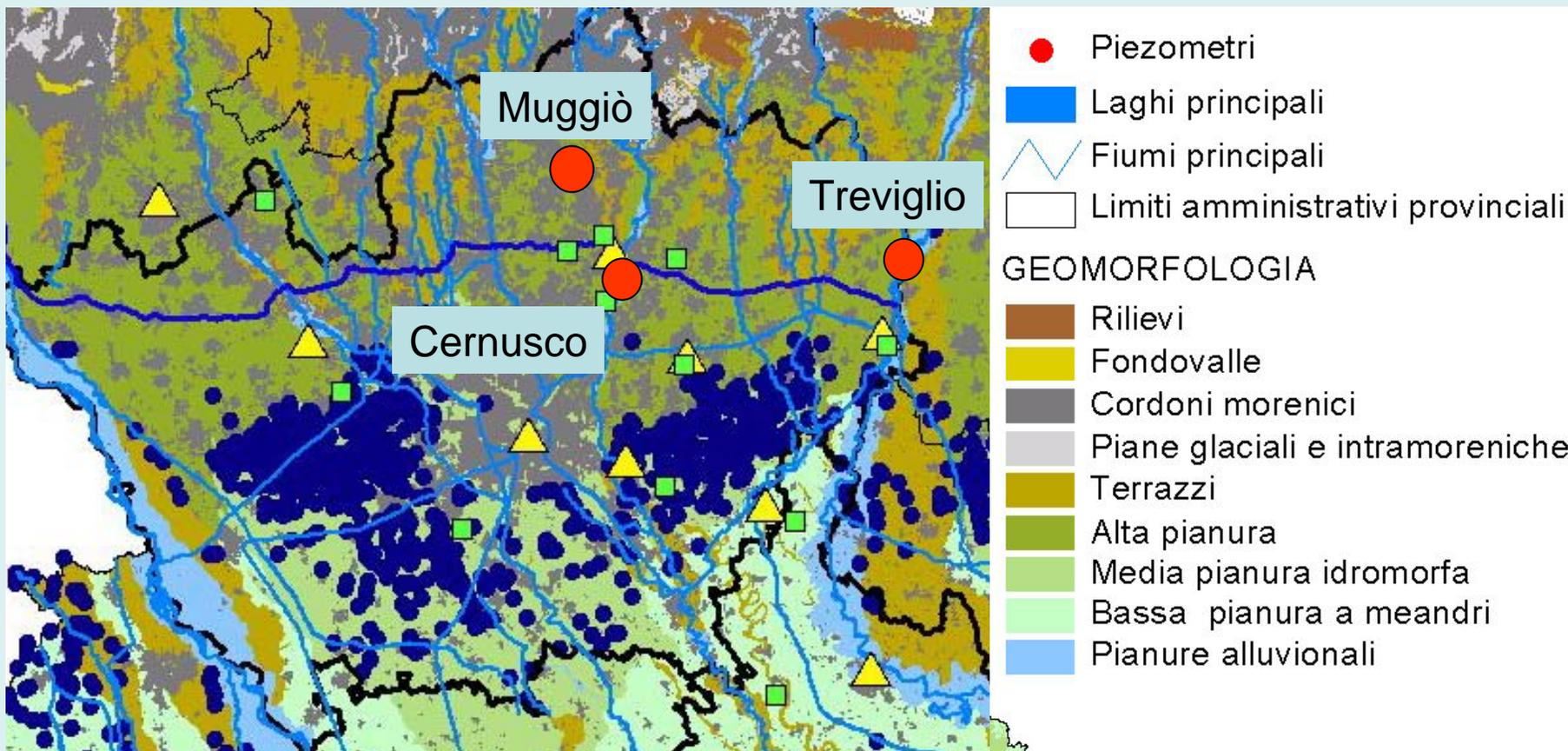


# Dati piezometrici Rete CAP - dati mensili -

Andamento piezometrico a Muggiò dal 1975 al 2005

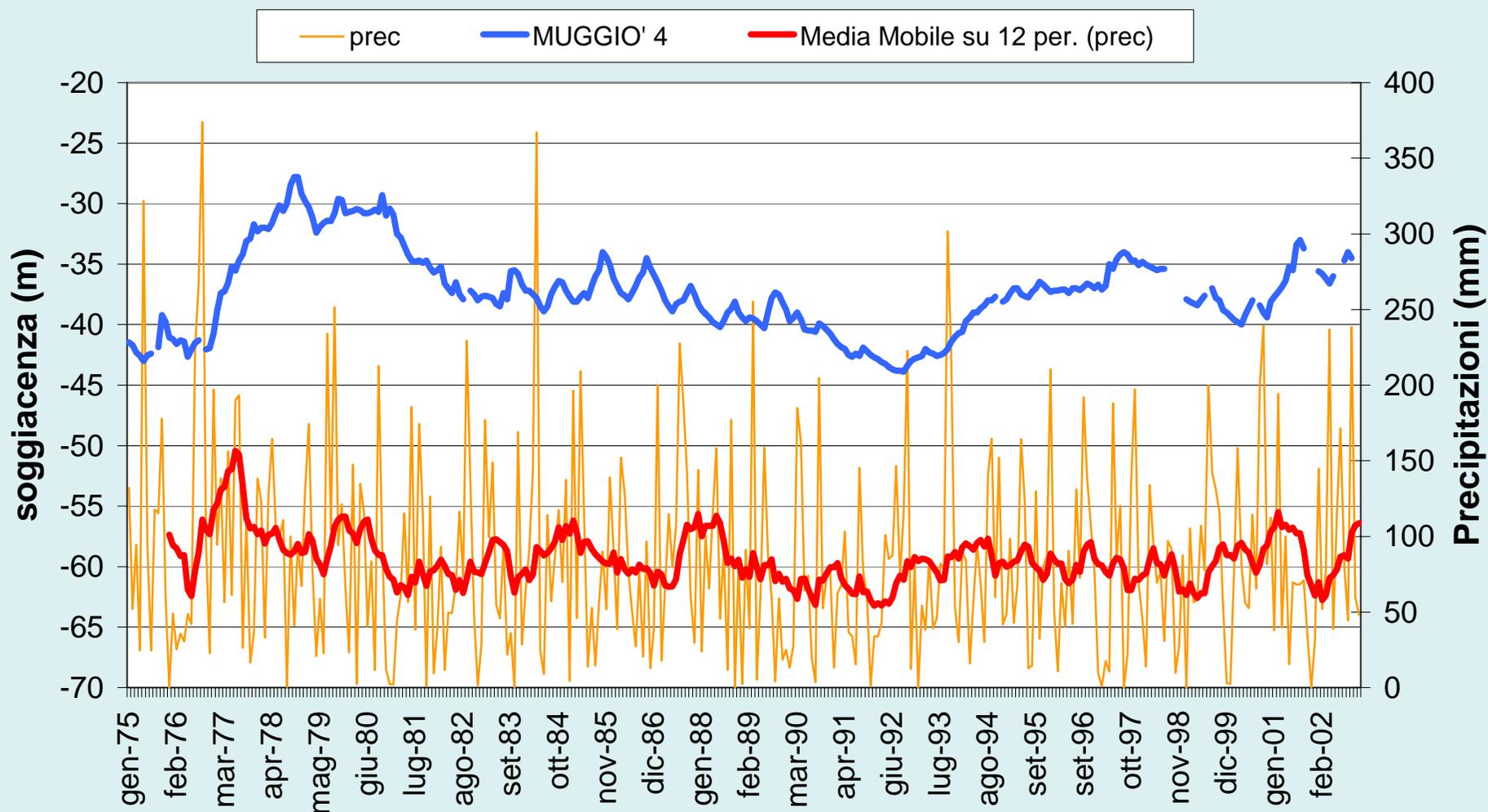


# Confronto tra serie di dati



# Confronto Piezometrie - Precipitazioni

Muggiò (Precipitazioni vs piezometria) 1975 - 2004



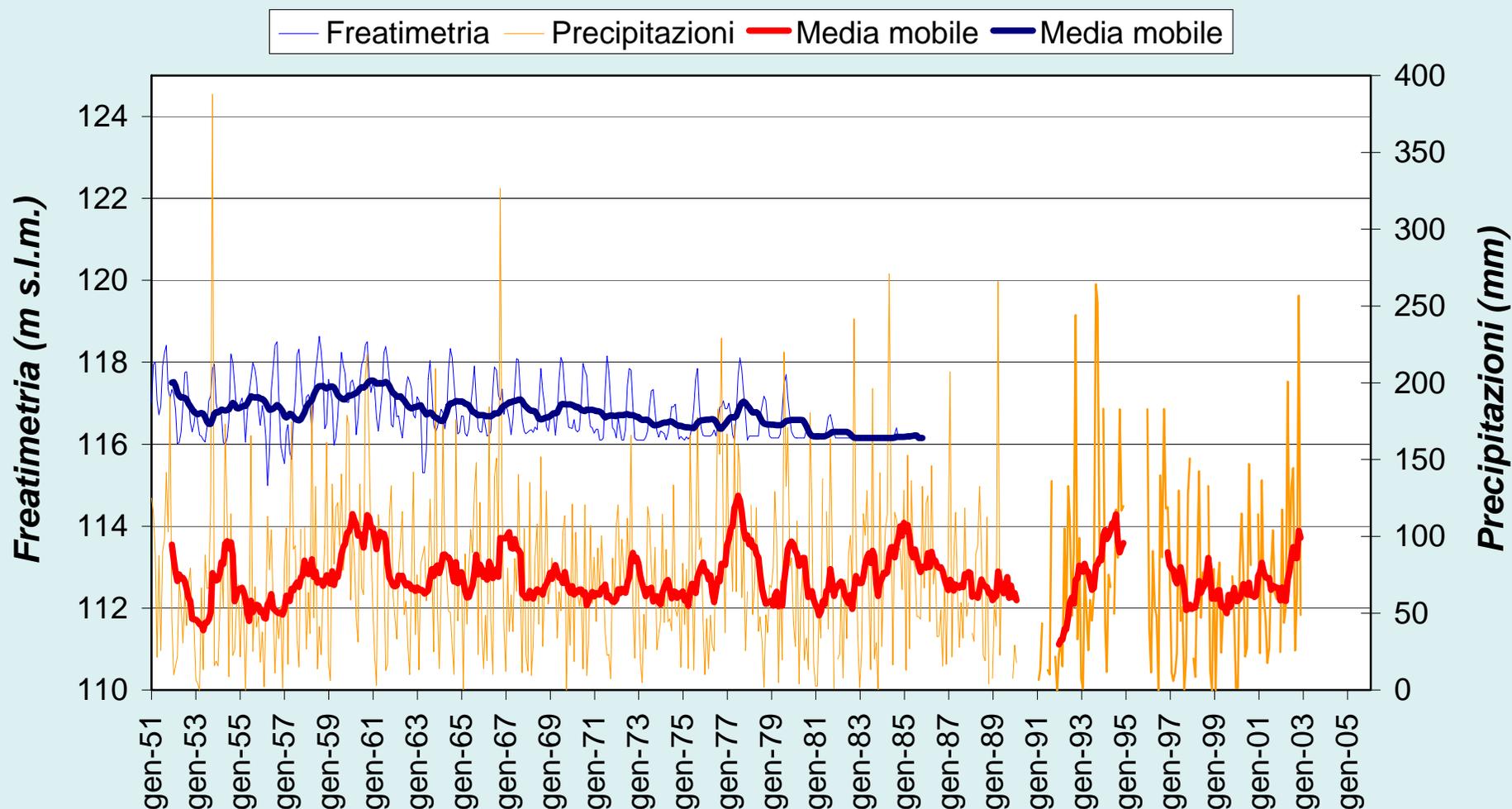
I CAMBIAMENTI CLIMATICI E LE VARIAZIONI SPAZIALI E TEMPORALI DELLE RISORSE IDRICHE  
NELLA REGIONE LOMBARDA

Università Milano-Bicocca, Milano 21 Novembre 2007

# Confronto Freatimerie - Precipitazioni



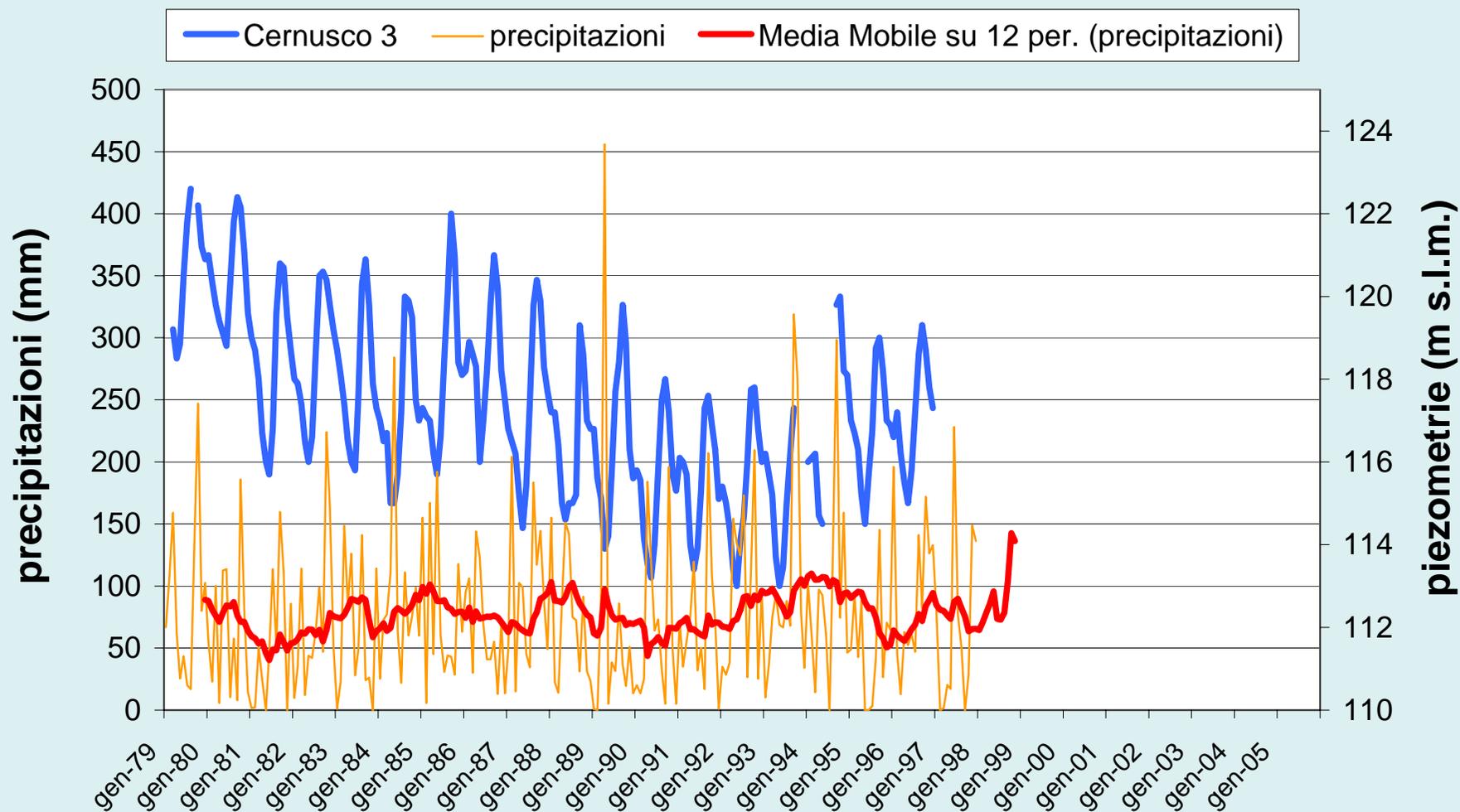
## TREVIGLIO (precipitazioni vs freatimetria) 1951 - 1985



# Confronto Piezometrie - Precipitazioni



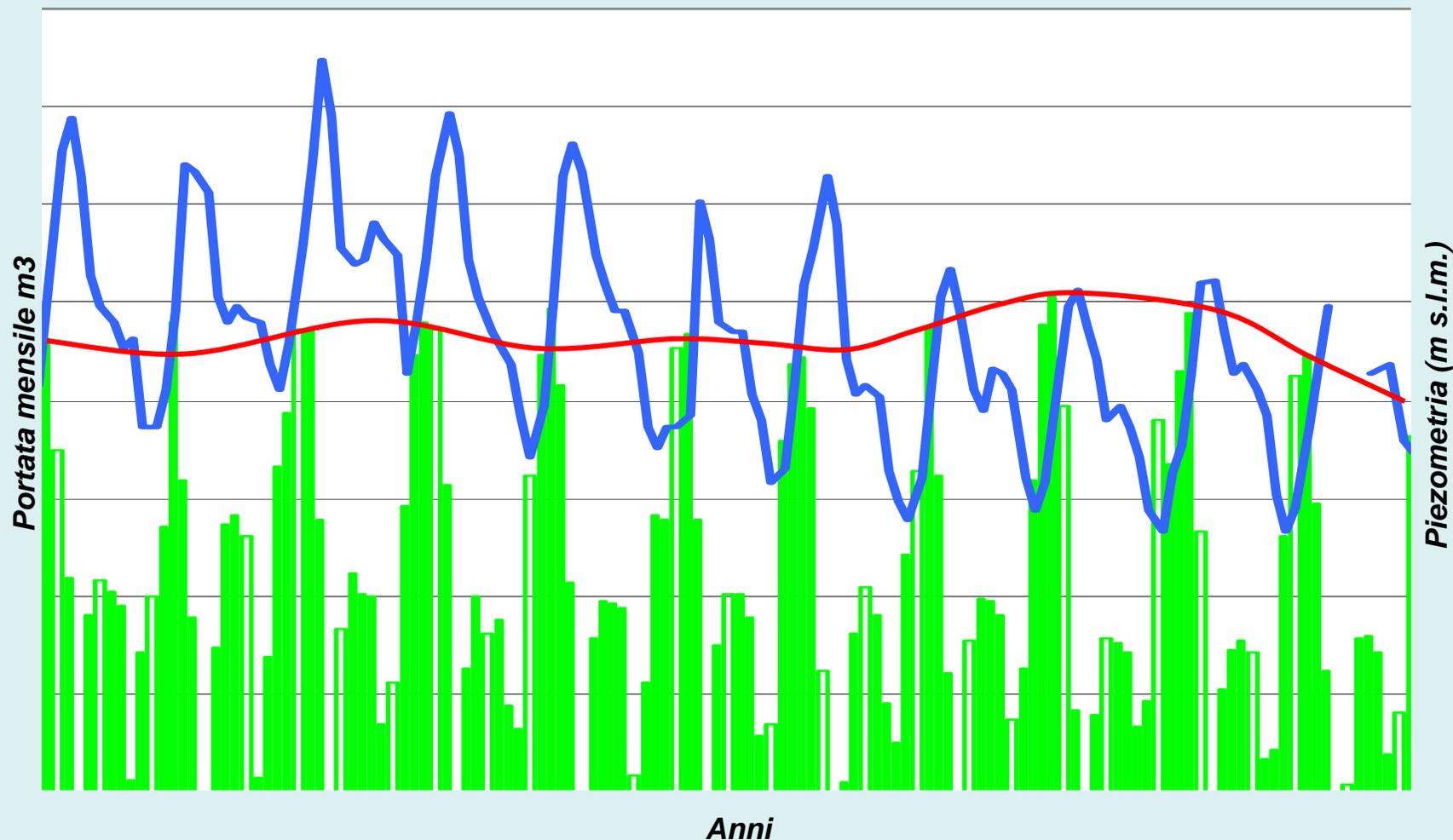
**Cernusco s/N (Precipitazioni vs piezometrie) 1979 - 1998**



# Confronto Piezometrie – Derivazioni (Consorzio Adda)



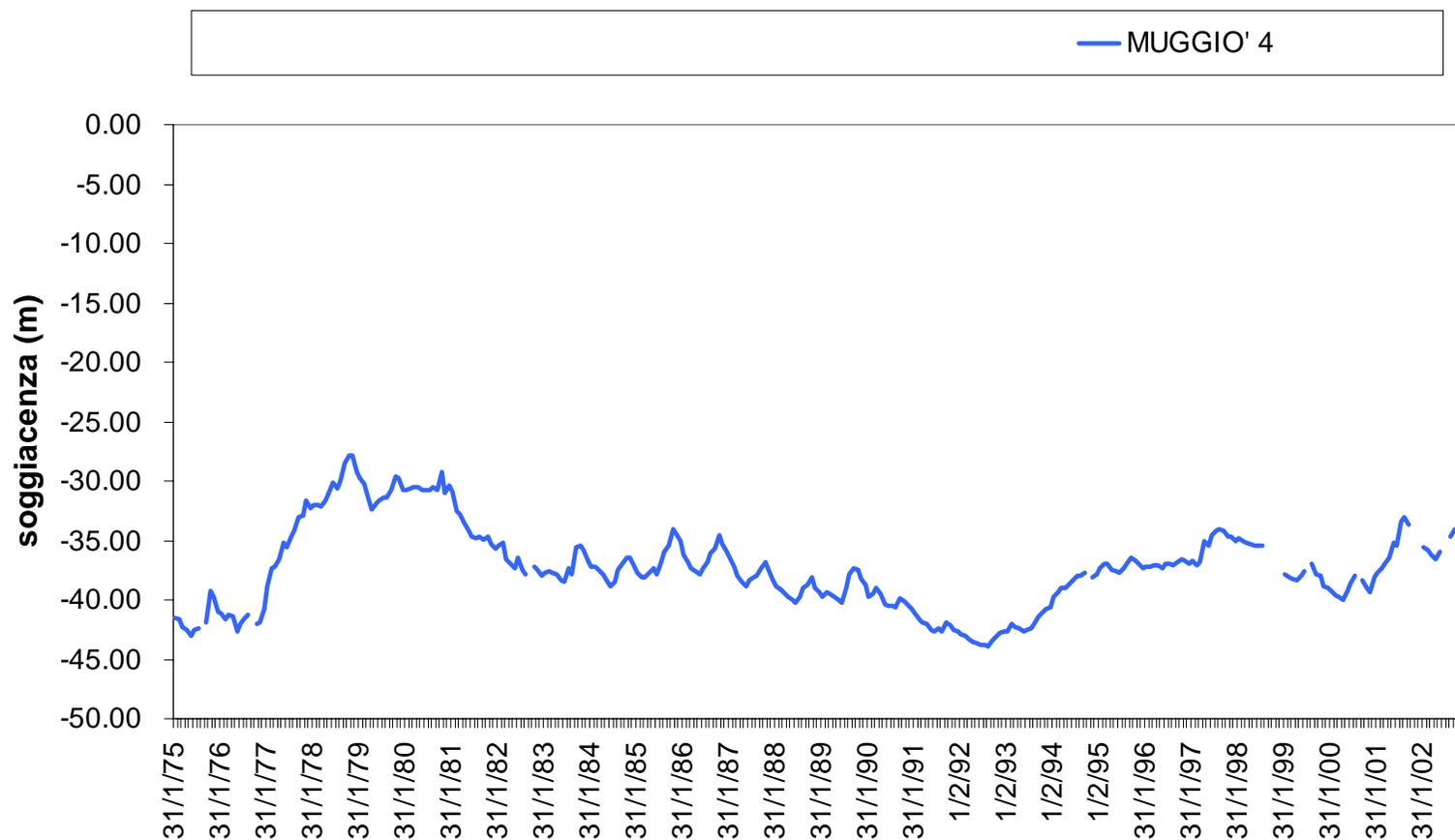
## Martesa località San Bartolomeo vs Cernusco



# Analisi dell'andamento piezometrico Rete CAP - dati mensili -

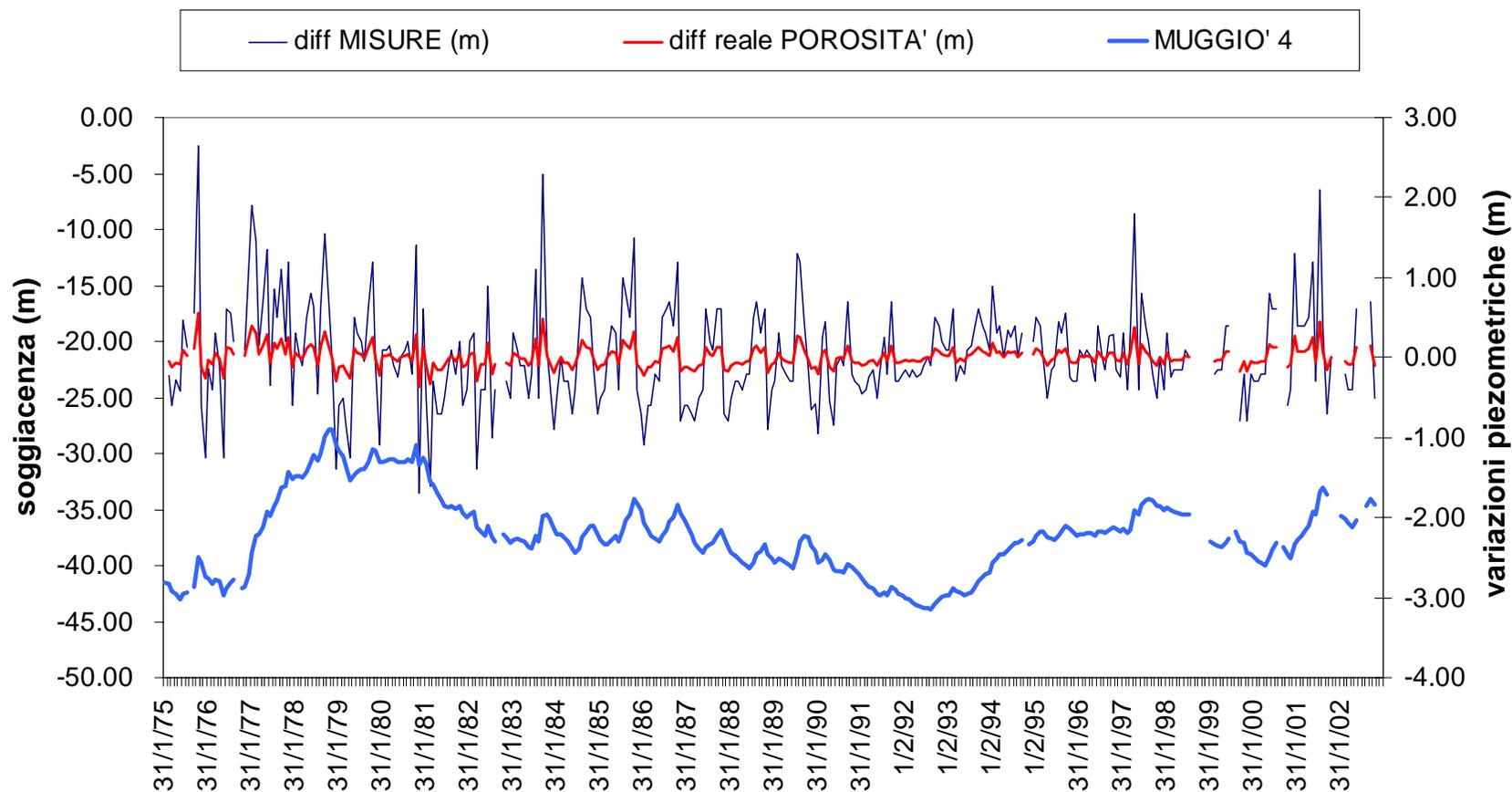


## Trend piezometrico Muggiò 1975 - 2004



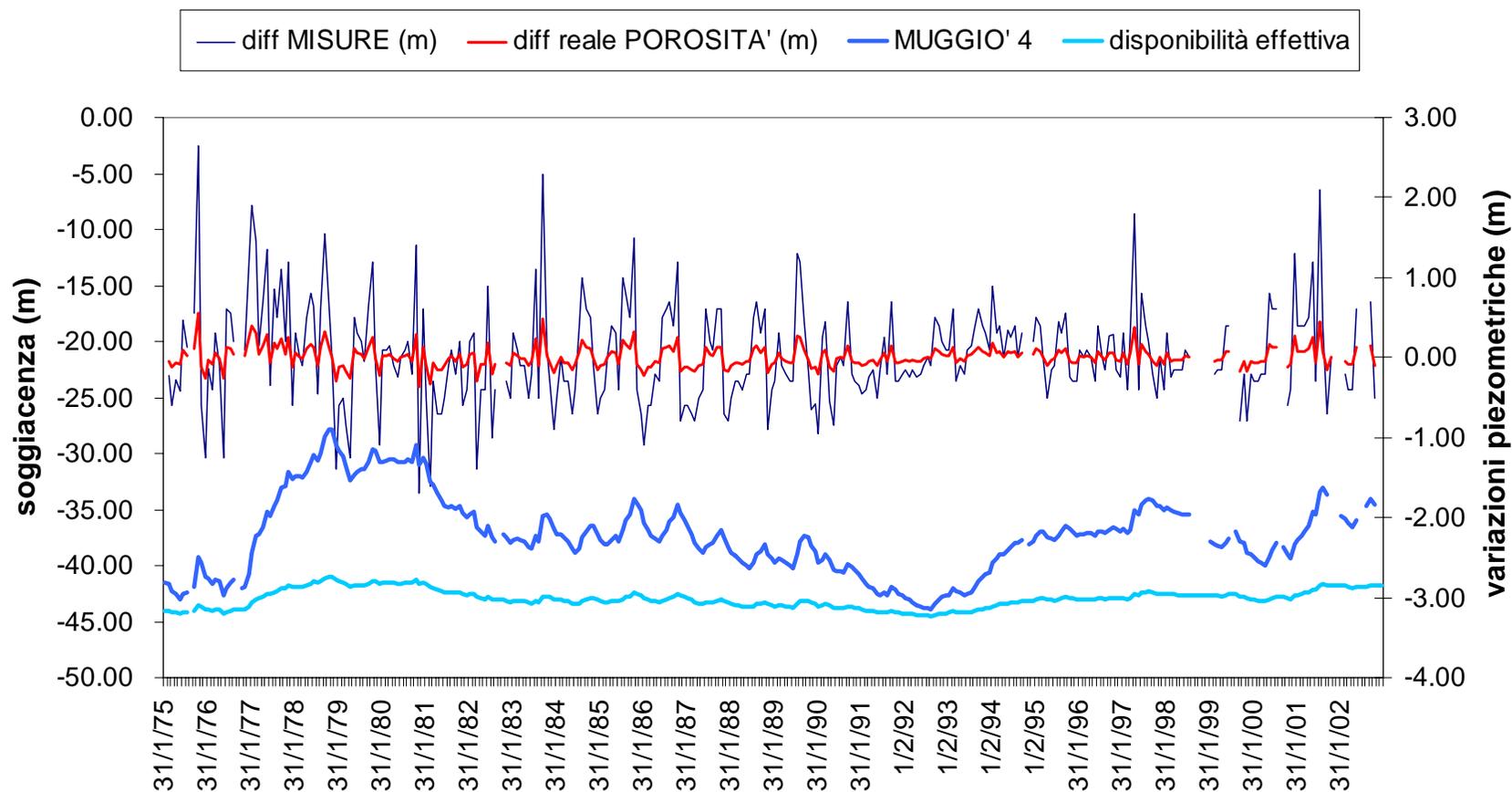
# Variazioni piezometriche - dati mensili -

## Trend piezometrico Muggiò 1975 - 2004



# Variazioni e reale disponibilità (porosità) - dati mensili -

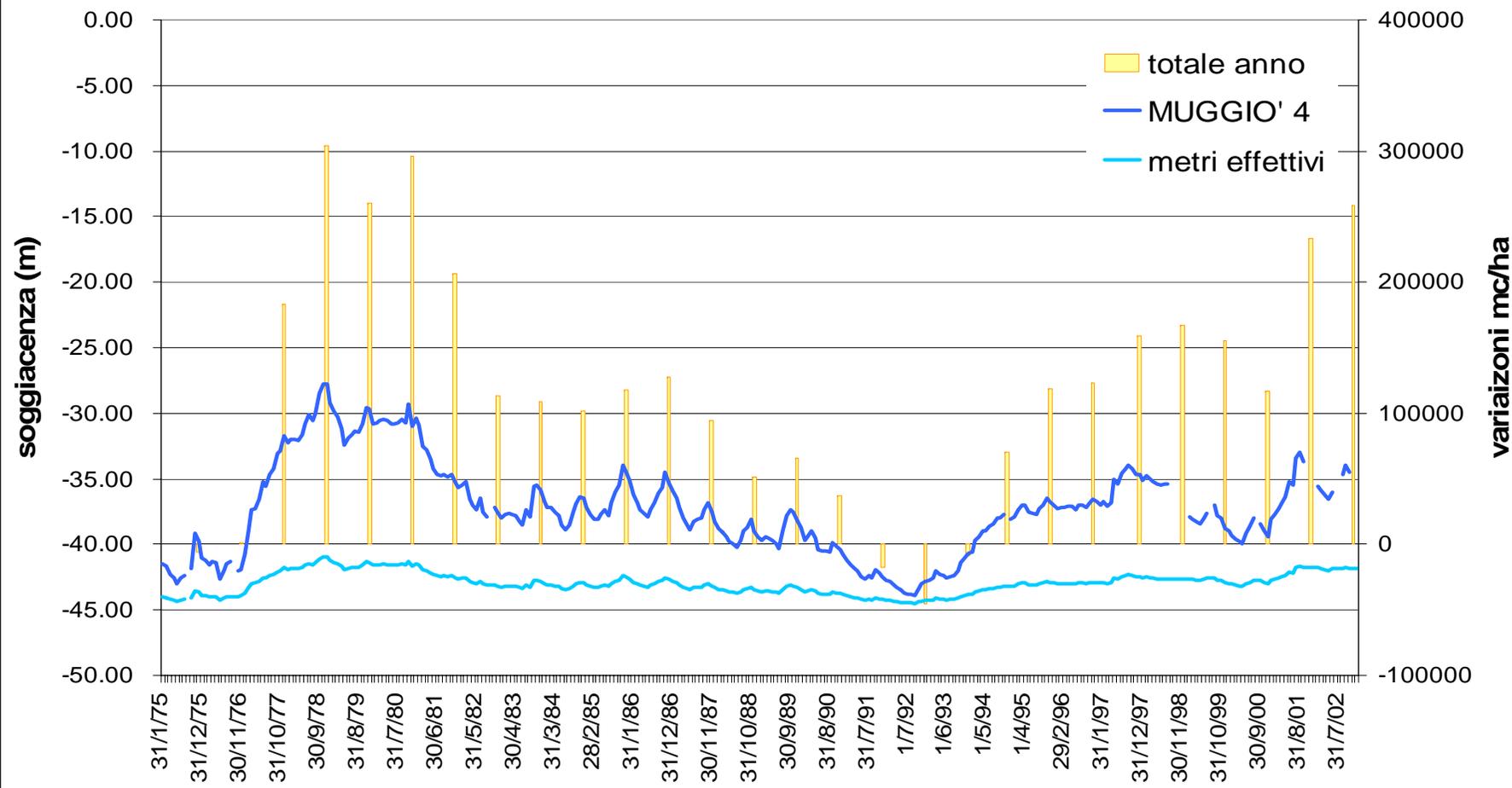
## Trend piezometrico Muggiò 1975 - 2004



# Disponibilità in mc/ha (porosità) - dati mensili -



Relazione trend piezometrico e volumi d'acqua



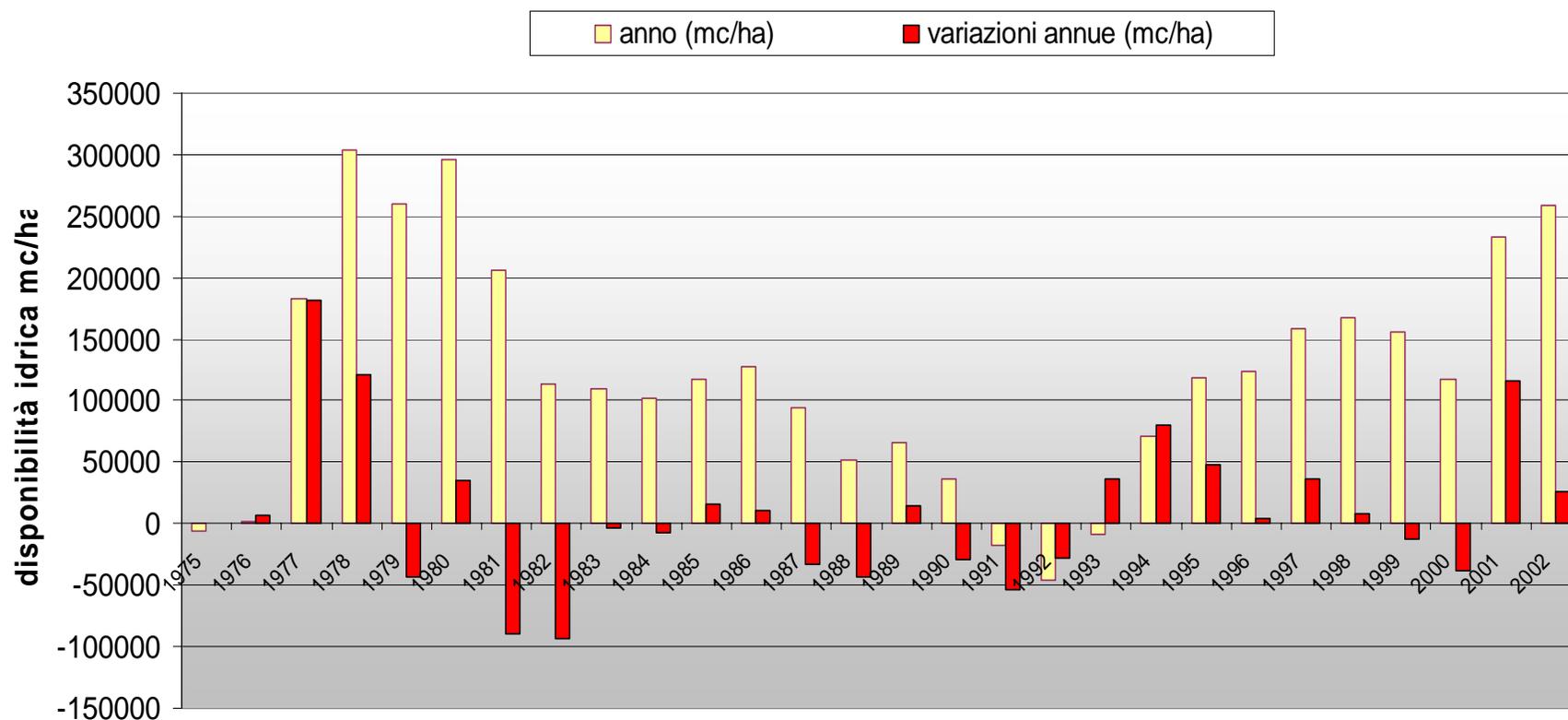
I CAMBIAMENTI CLIMATICI E LE VARIAZIONI SPAZIALI E TEMPORALI DELLE RISORSE IDRICHE  
NELLA REGIONE LOMBARDA

Università Milano-Bicocca, Milano 21 Novembre 2007

# Disponibilità in mc/ha (porosità) - dati mensili -



Variazioni di disponibilità idrica a Muggiò 1975 - 2002



**BILANCIO su quale periodo ?**

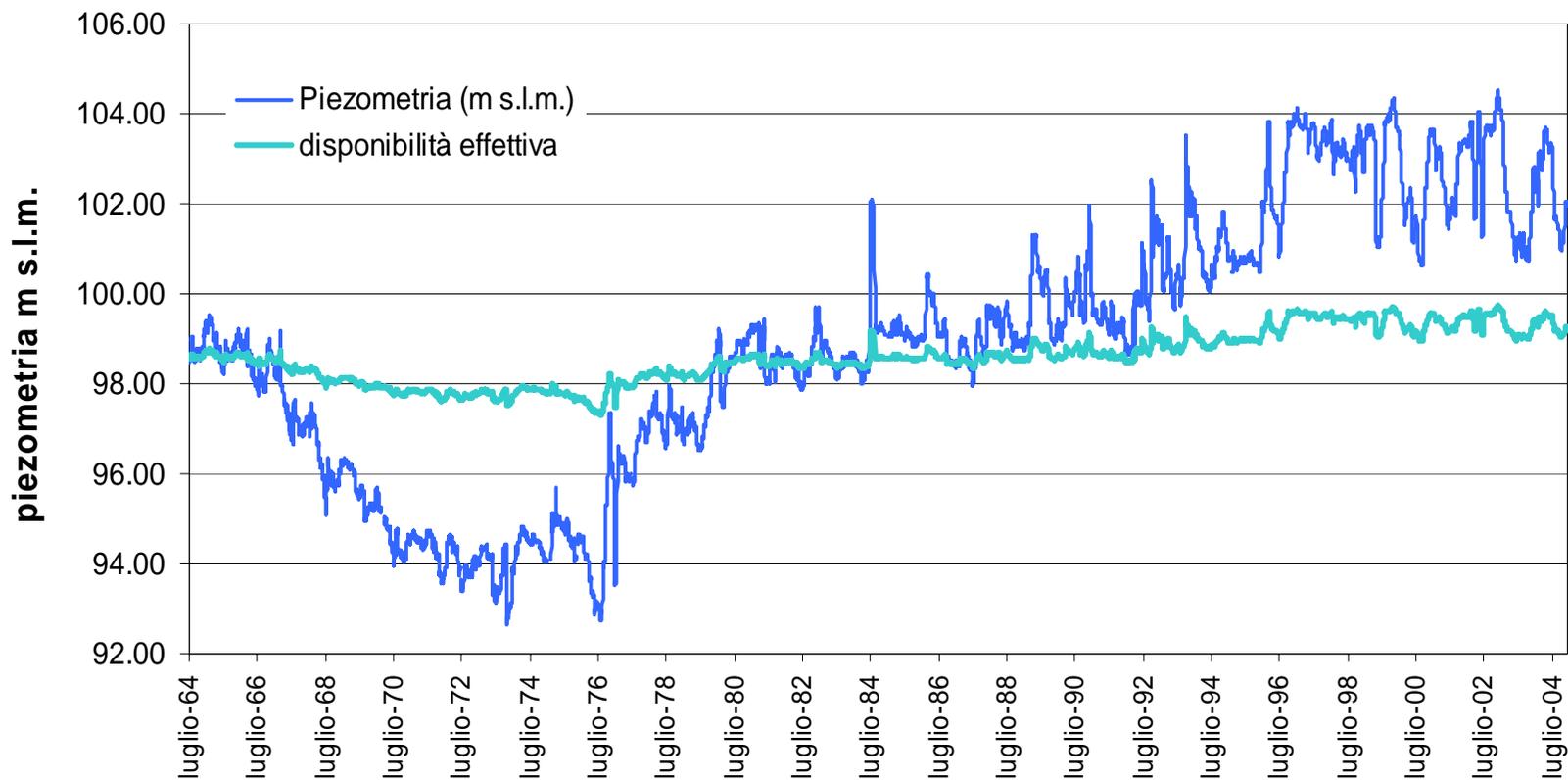
I CAMBIAMENTI CLIMATICI E LE VARIAZIONI SPAZIALI E TEMPORALI DELLE RISORSE IDRICHE  
NELLA REGIONE LOMBARDA

Università Milano-Bicocca, Milano 21 Novembre 2007

# Variazioni e reale disponibilità (porosità) - dati giornalieri -



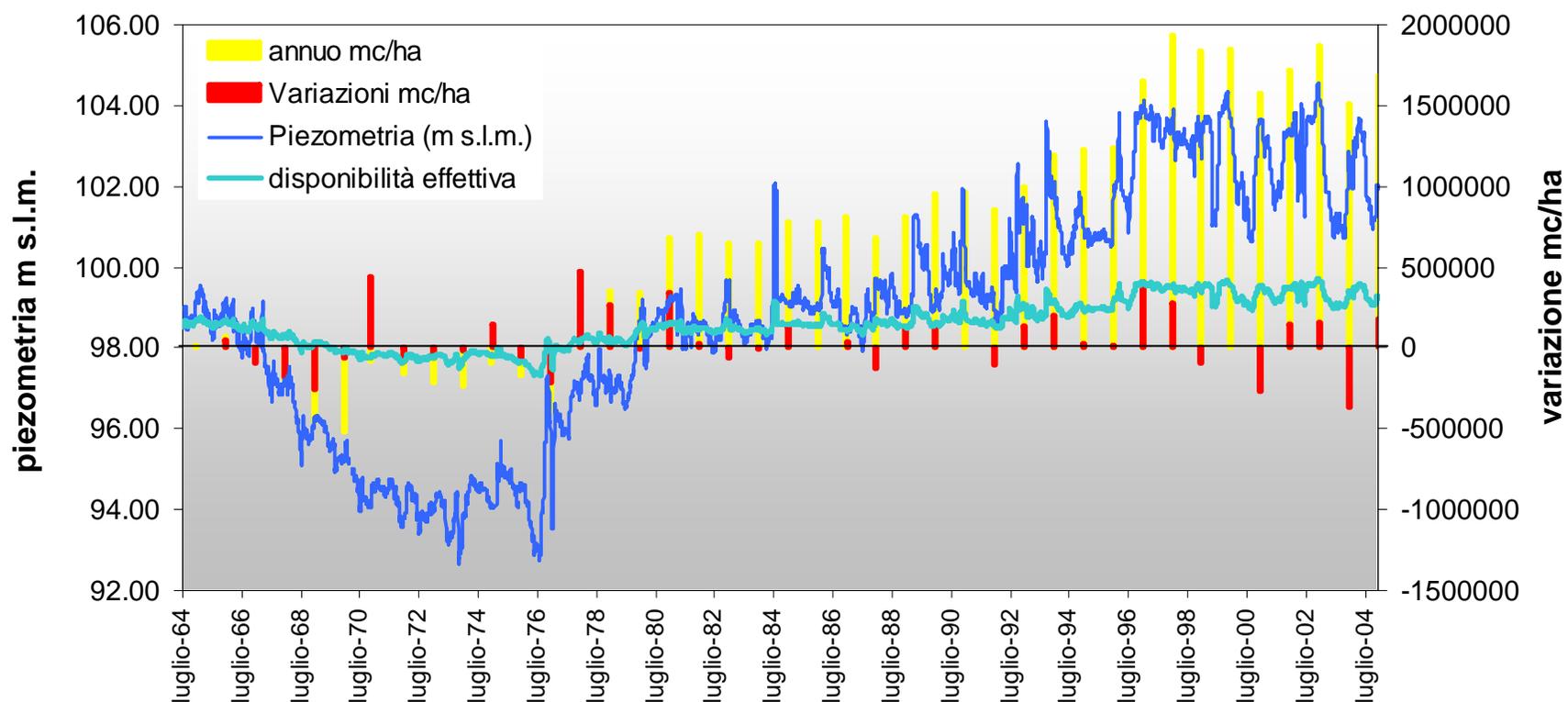
### Trend falda a Milano Morsenchio 1964 - 2004



# Disponibilità in mc/ha (porosità) - dati giornalieri -



Relazione trend falda a Milano Morsenchio vs variazioni d'acqua mc/ha



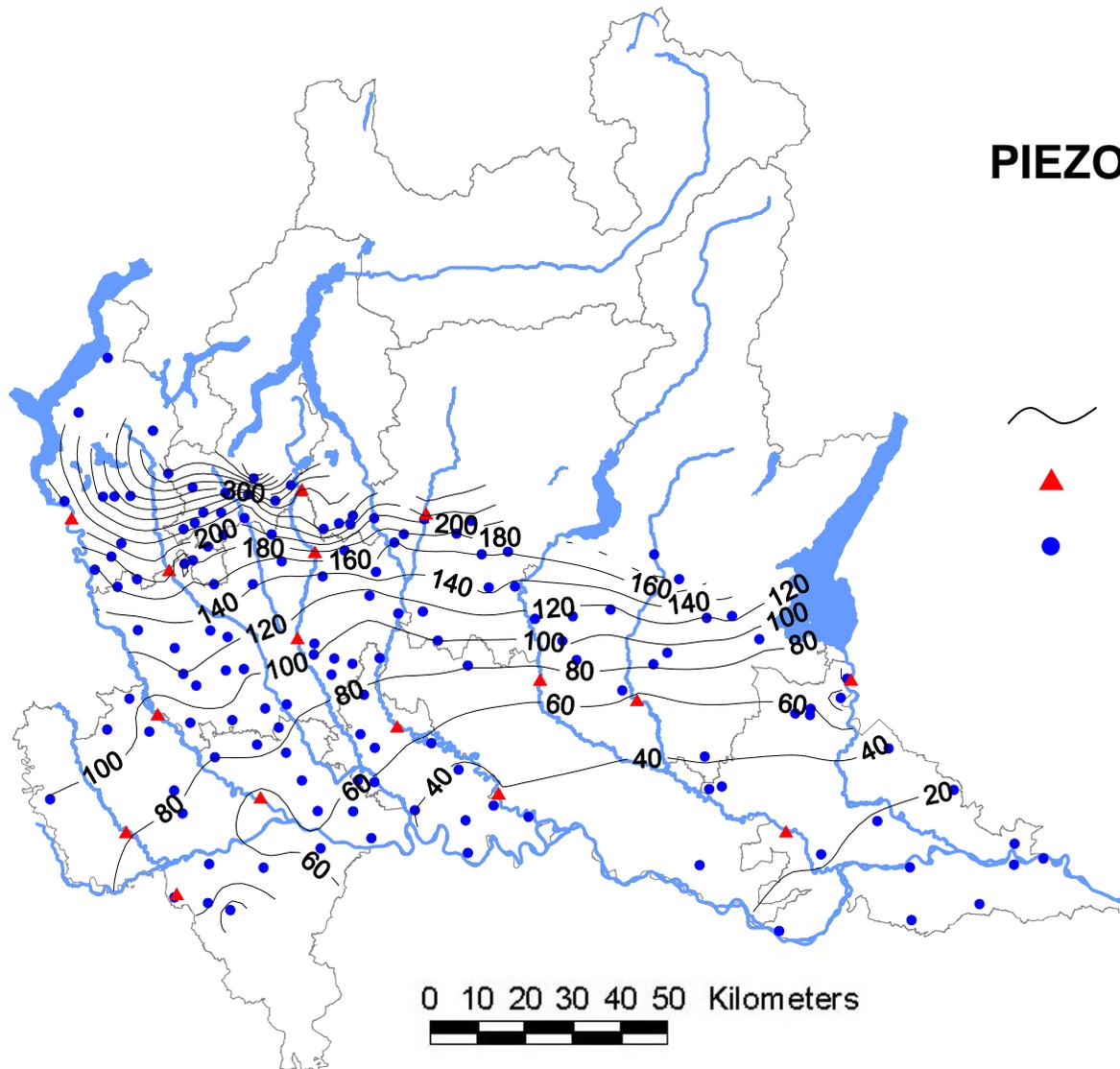
**BILANCIO su quale periodo ?**

# Piezometrie/Freatimetrie + Idrometrie = Superficie piezometrica

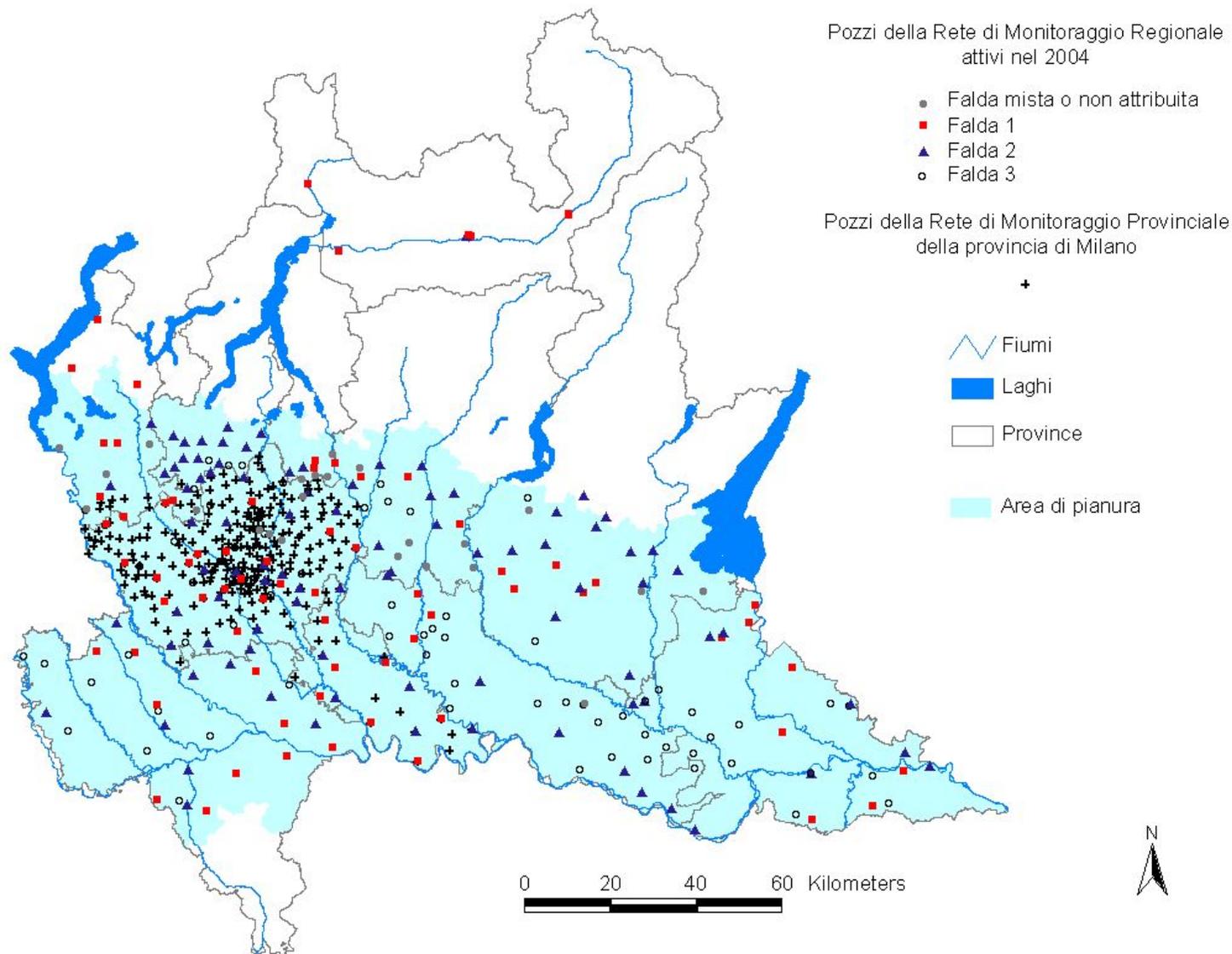
## PIEZOMETRIA MARZO 2004

### LEGENDA

- Curve isopiezometriche
- ▲ Pozzi Rete Regionale ARPA
- Idrometrici automatici ARPA



# Reti di monitoraggio piezometriche

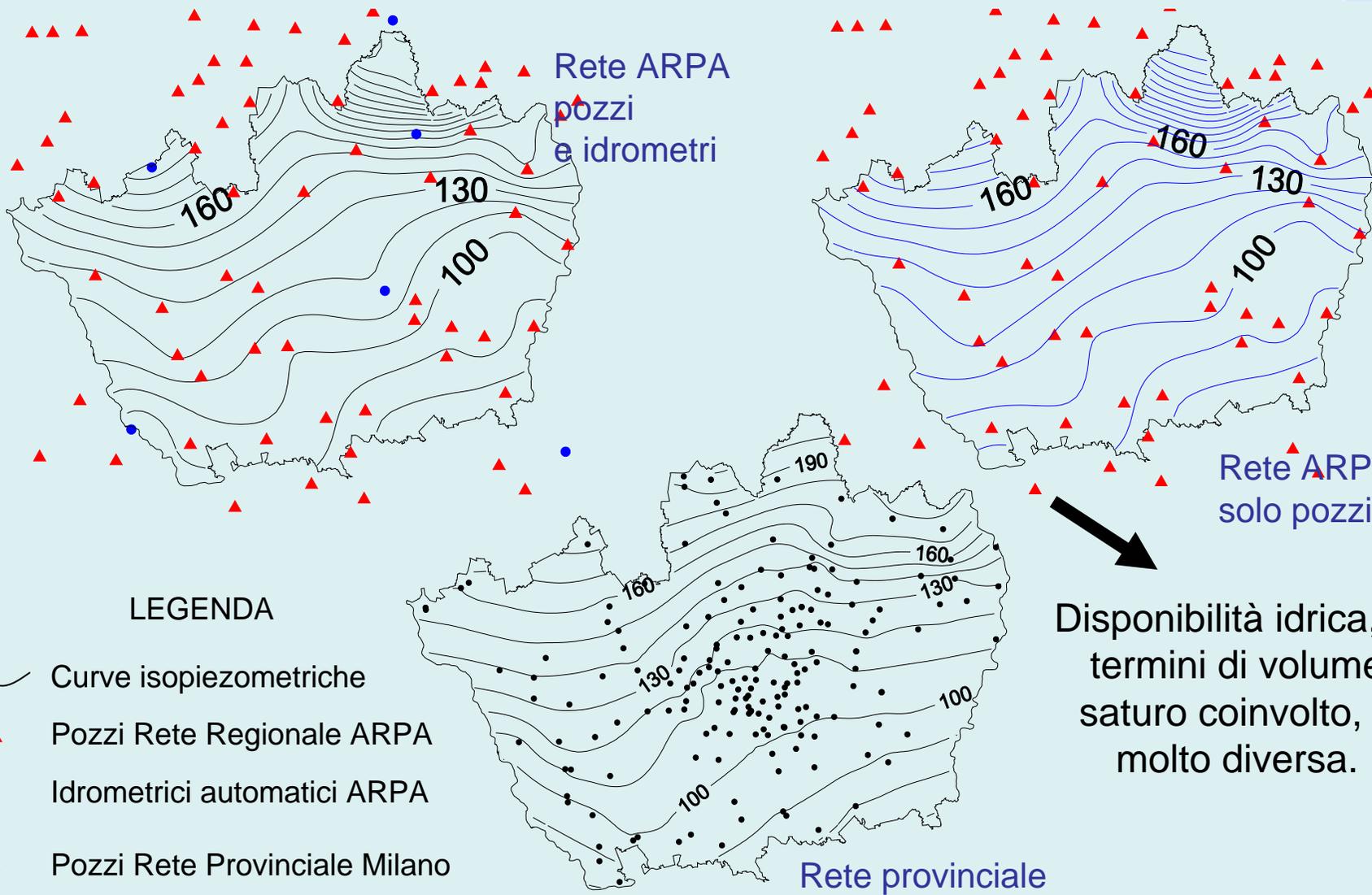


I CAMBIAMENTI CLIMATICI E LE VARIAZIONI SPAZIALI E TEMPORALI DELLE RISORSE IDRICHE  
NELLA REGIONE LOMBARDA

Università Milano-Bicocca, Milano 21 Novembre 2007

# STIMA DELLA DISPONIBILITA' IDRICA SOTTERRANEA nel milanese

Piezometria areale marzo 2004 m s.l.m.



## LEGENDA

- Curve isopiezometriche
- ▲ Pozzi Rete Regionale ARPA
- Idrometrici automatici ARPA
- Pozzi Rete Provinciale Milano

Disponibilità idrica, in termini di volume saturo coinvolto, è molto diversa.

## STIMA DELLA DISPONIBILITA' IDRICA SOTTERRANEA nel milanese



### Volume terreno saturo m<sup>3</sup>

#### STIMA GROSSOLANA

Spessore medio acquifero: 100 m  
Area: 2000 km<sup>2</sup>  
Volume terreno saturo: 200 000 000 000 m<sup>3</sup>

#### CALCOLO MEDIO

Spessore medio acquifero:  
Rete ARPA – base acquifero 87 m 174 000 000 000 m<sup>3</sup>  
Rete provinciale – base acquifero 88.4 m 176 800 000 000 m<sup>3</sup>

#### CALCOLO GRID

Rete ARPA – base acquifero 174 496 000 000 m<sup>3</sup>  
Rete provinciale – base acquifero 175 145 000 000 m<sup>3</sup>

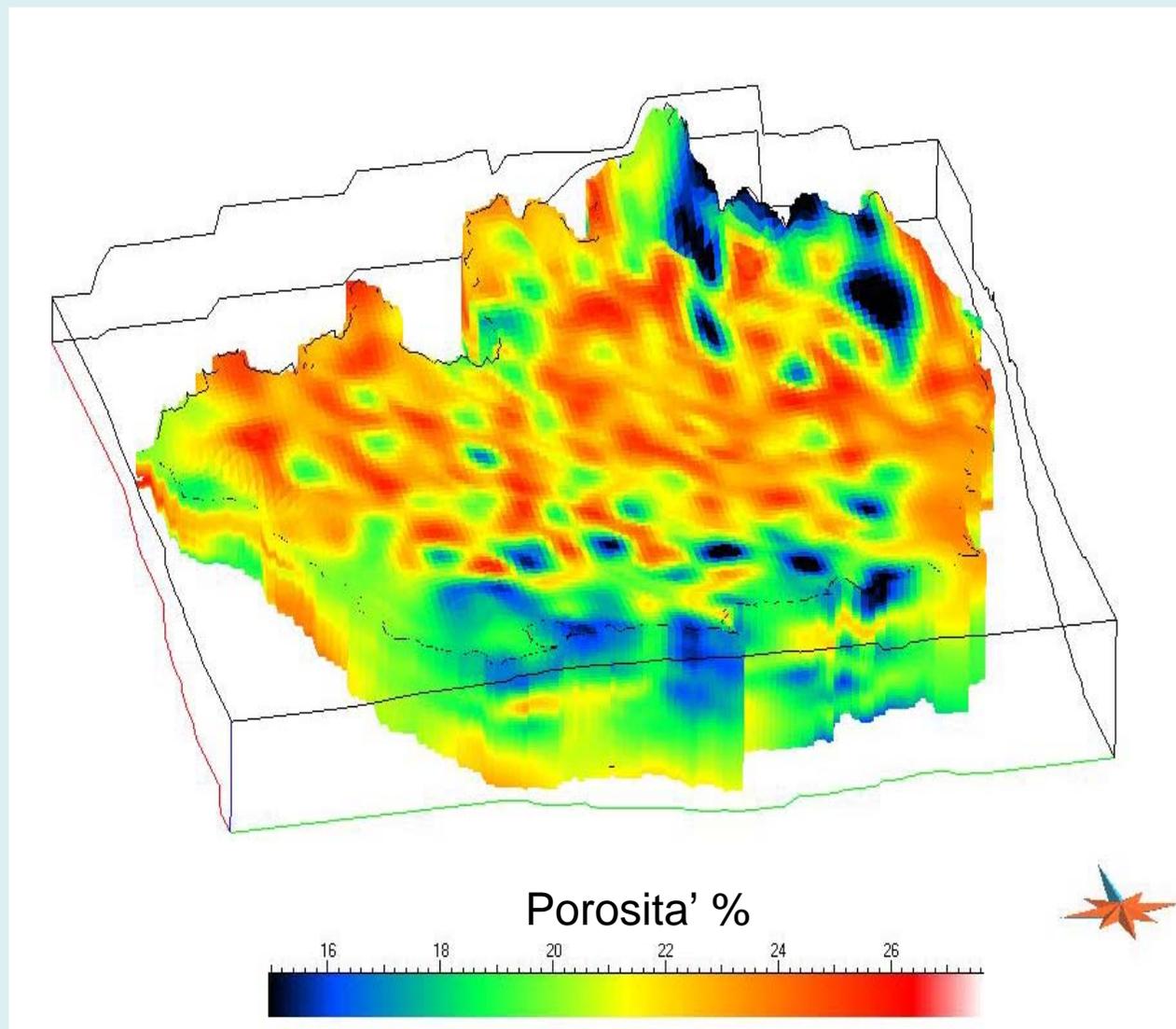
#### Volume acqua (m<sup>3</sup>)

**Stima grossolana: 20% 40 000 000 000 m<sup>3</sup>**

#### **Calcolo con grid:**

**Rete ARPA – base acquifero 34 900 000 000 m<sup>3</sup>**  
**Rete provinciale – base acquifero 35 029 000 000 m<sup>3</sup>**

# STIMA DELLA DISPONIBILITA' IDRICA SOTTERRANEA nel milanese



I CAMBIAMENTI CLIMATICI E LE VARIAZIONI SPAZIALI E TEMPORALI DELLE RISORSE IDRICHE  
NELLA REGIONE LOMBARDA

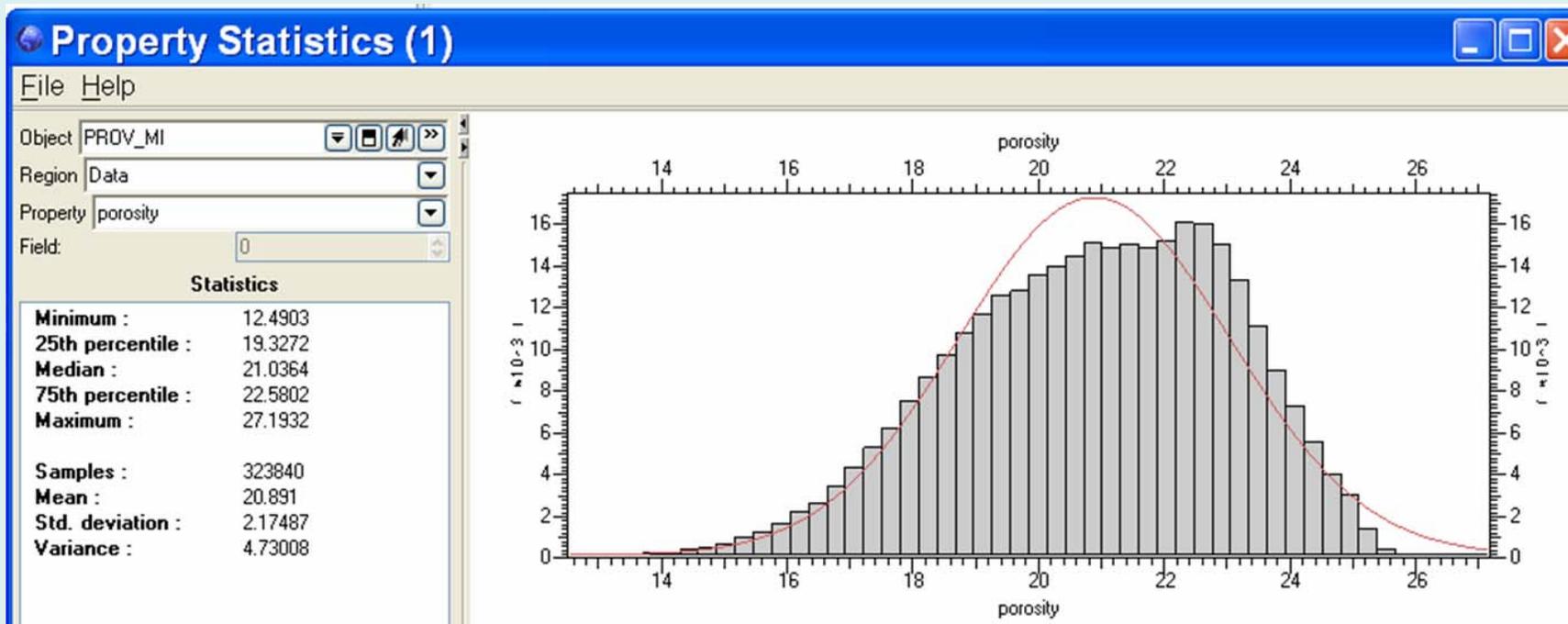
Università Milano-Bicocca, Milano 21 Novembre 2007

## STIMA DELLA DISPONIBILITA' IDRICA SOTTERRANEA nel milanese



anno	Terreno saturo m <sup>3</sup>	Volume Acqua m <sup>3</sup>
1977	174 185 703 208	34 773 425 963
1980	185 896 478 808	37 037 351 809
1985	184 490 050 908	36 718 063 375
1990	178 696 532 408	35 437 086 415
1995	182 787 595 714	36 331 031 731
2000	179 615 294 057	35 636 651 195
2001	183 694 712 308	36 528 470 509
2002	182 719 490 248	36 305 083 385
2003	181 791 908 874	36 130 014 570
<b>2004</b>	<b>181 092 523 857</b>	<b>35 981 349 021</b>
2005	180 541 799 298	35 857 849 201

# STIMA DELLA DISPONIBILITA' IDRICA SOTTERRANEA nel milanese



Porosita' %

## Considerazioni conclusive sulla conoscenza delle acque sotterranee



- **Banca dati dei pozzi** condivisa, necessaria alla ricerca e alla gestione, utile ai professionisti.
- **Serie temporali** più lunghe possibile dei dati dinamici: precipitazioni, idrometrie, piezometrie, per capire la risposta del sistema.
- **Trend piezometrico**, quale risposta del sistema è fondamentale: temporalmente per correlarlo con le voci di bilancio, arealmente per stimare un bilancio idrico sotterraneo.
- **Densità della rete di monitoraggio** : almeno un pozzo per comune, gestito dagli Enti territoriali (Province/ARPA dipartimentali).
- **Valorizzazione dell'Ente locale** per la sua conoscenza del territorio.
- **Incentivare l'uso dei contatori**, per conoscere i reali prelievi dai corpi idrici sotterranei, soprattutto per pianificare nuovi interventi.
- **Conoscenza dei quantitativi d'acqua distribuiti** e della loro gestione nelle pratiche agricole per stimare la ricarica arealmente.