

# **La banca dati delle caratteristiche geotecniche del sottosuolo di Roma**

**G. Cavarretta, G. P. Cavinato, M. Mancini, M. Moscatelli, A. Patera,  
G. Raspa, F. Stigliano, R. Vallone, F. Garbin,  
S. Milli, S. Storoni Ridolfi**

**Comune di Roma, Sala della Protomoteca  
7 ottobre 2005**

# Introduzione

Il progetto di ricerca avviato nel 2003 dall' Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria del CNR è finalizzato alla creazione di un modello geotecnico del sottosuolo della Città di Roma utilizzando dati geologici e geotecnici

I dati sono archiviati in una banca dati contenuta all' interno di un sistema informativo geografico (GIS)

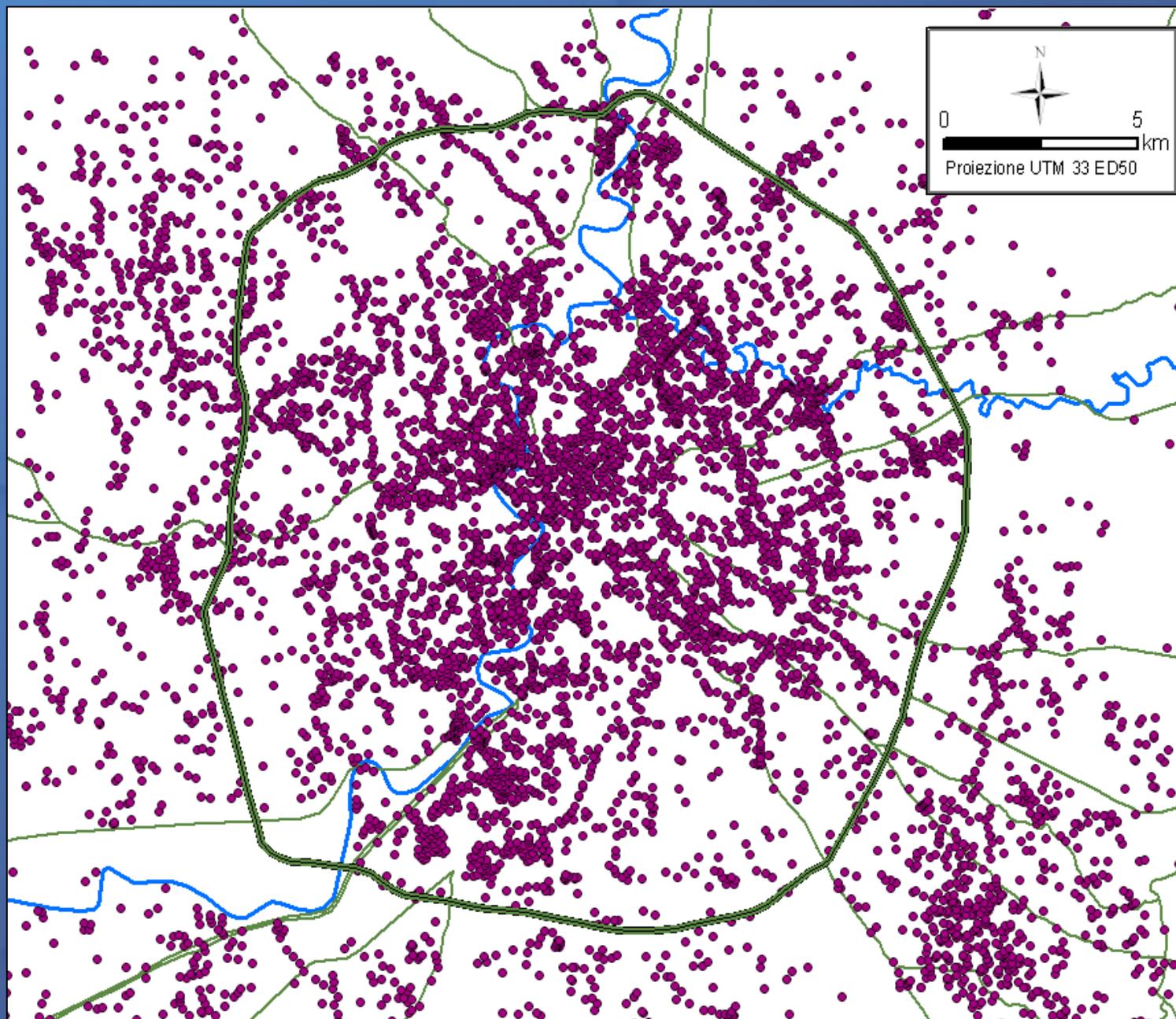
# Obiettivi

Modellazione 2D e 3D geologica e geotecnica del sottosuolo utilizzando informazioni:

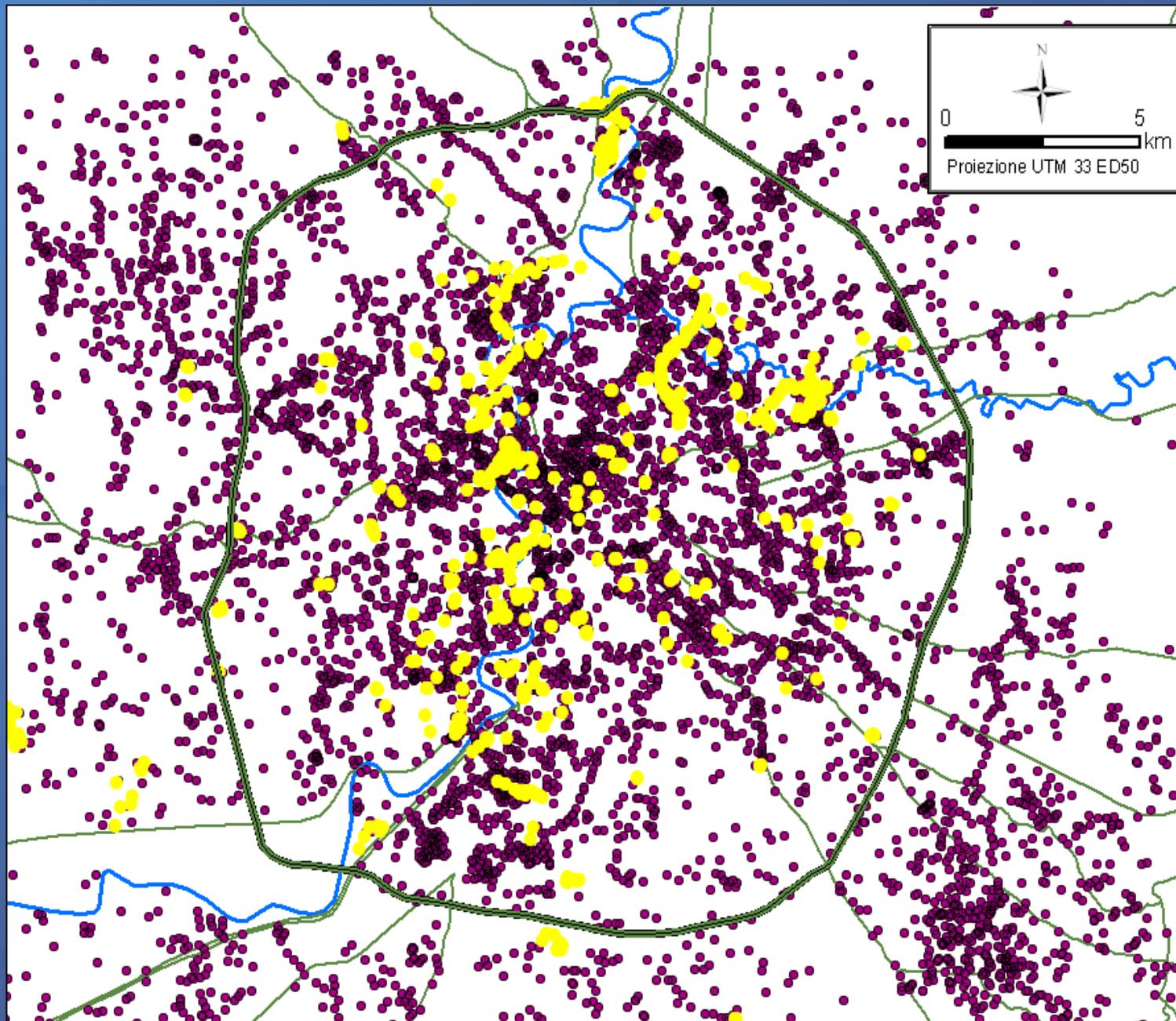
- stratigrafiche
- geotecniche
- idrogeologiche

Interpolazione e estrapolazione di parametri geotecnici in aree prive di dati ottenuti con indagini geognostiche

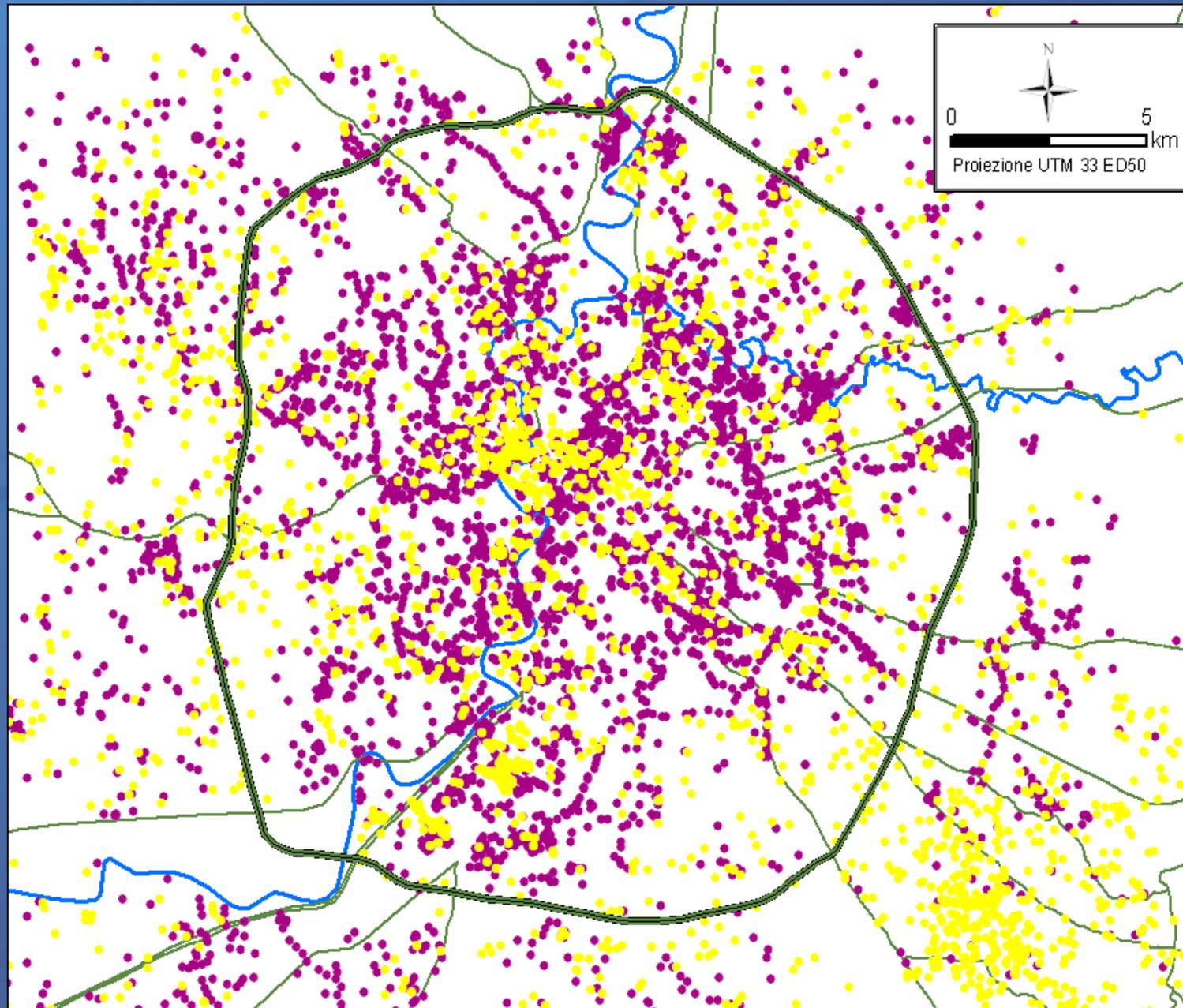
# Ubicazione dei sondaggi (oltre 8000)



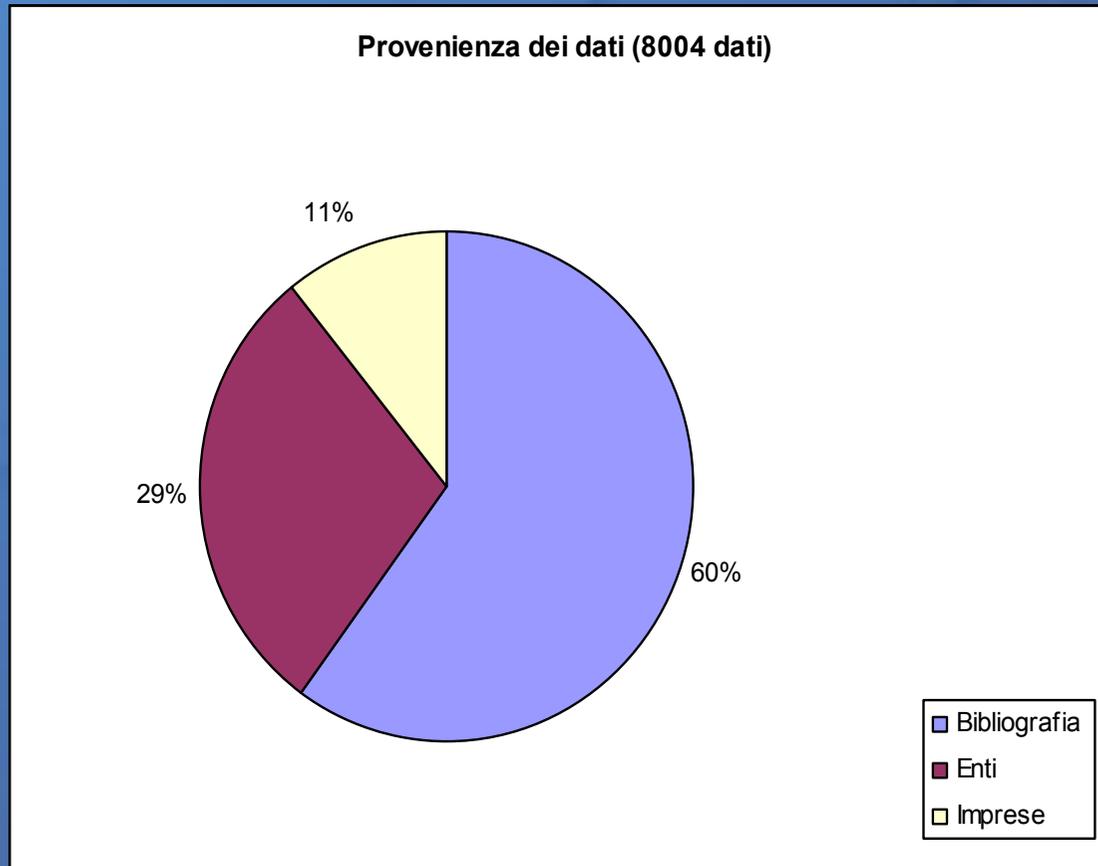
# Sondaggi con dati geotecnici (oltre 700)



# Sondaggi con dati di falda (circa 3000)



# Provenienza dei dati



## Bibliografia:

Arias et alii (1990)  
Bonadonna (1968)  
Carboni et alii (1993)  
Funciello et alii (1995)  
Milli (1997)  
Ventriglia (2002)

## Enti:

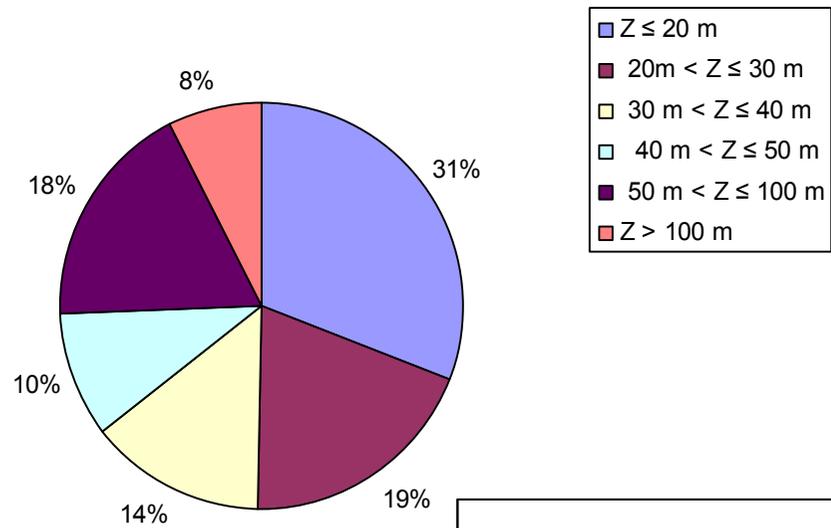
Comune di Roma  
APAT – Legge n. 464/1984  
ANAS S.p.A.

## Imprese:

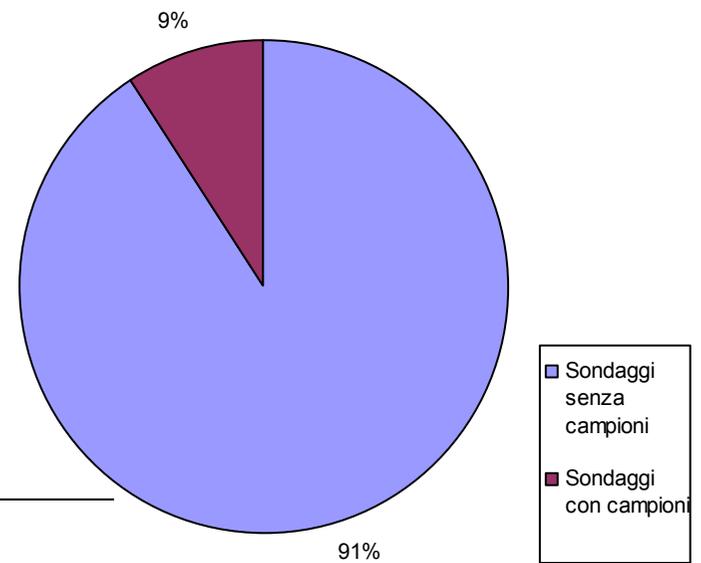
Geoplanning – Servizi per il territorio  
S.G.S. Studio Geotecnico Strutturale  
S.I.G. Studio Indagini Geotecniche  
IGES s.n.c.

# Informazioni statistiche

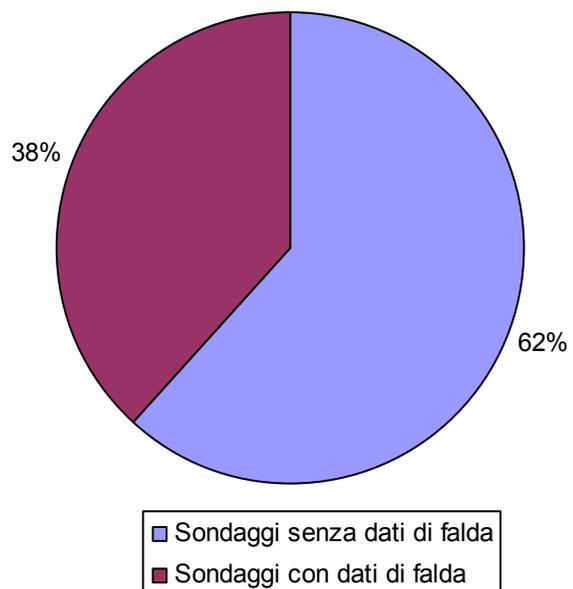
## Classi di profondità dei sondaggi



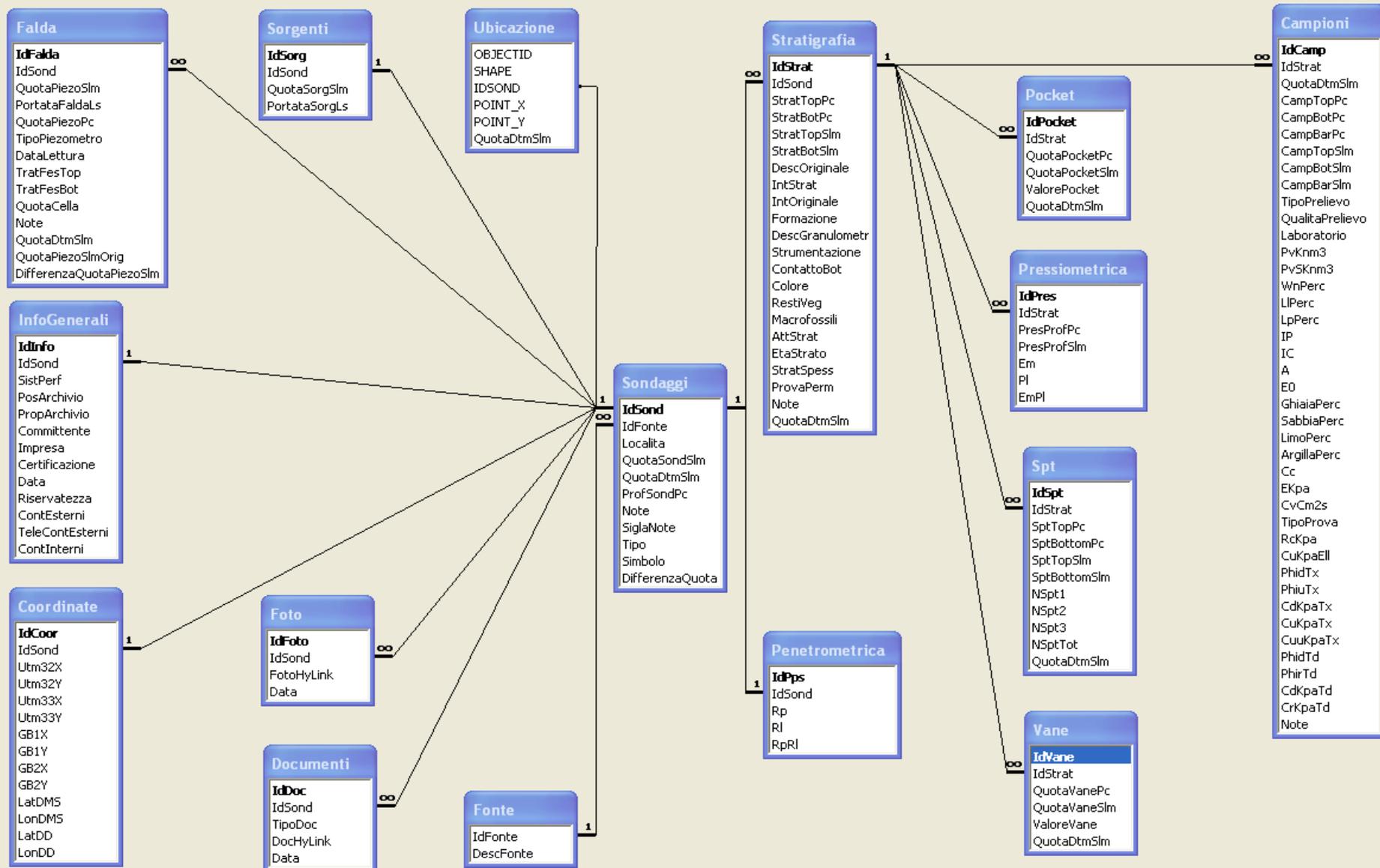
## Sondaggi con campioni



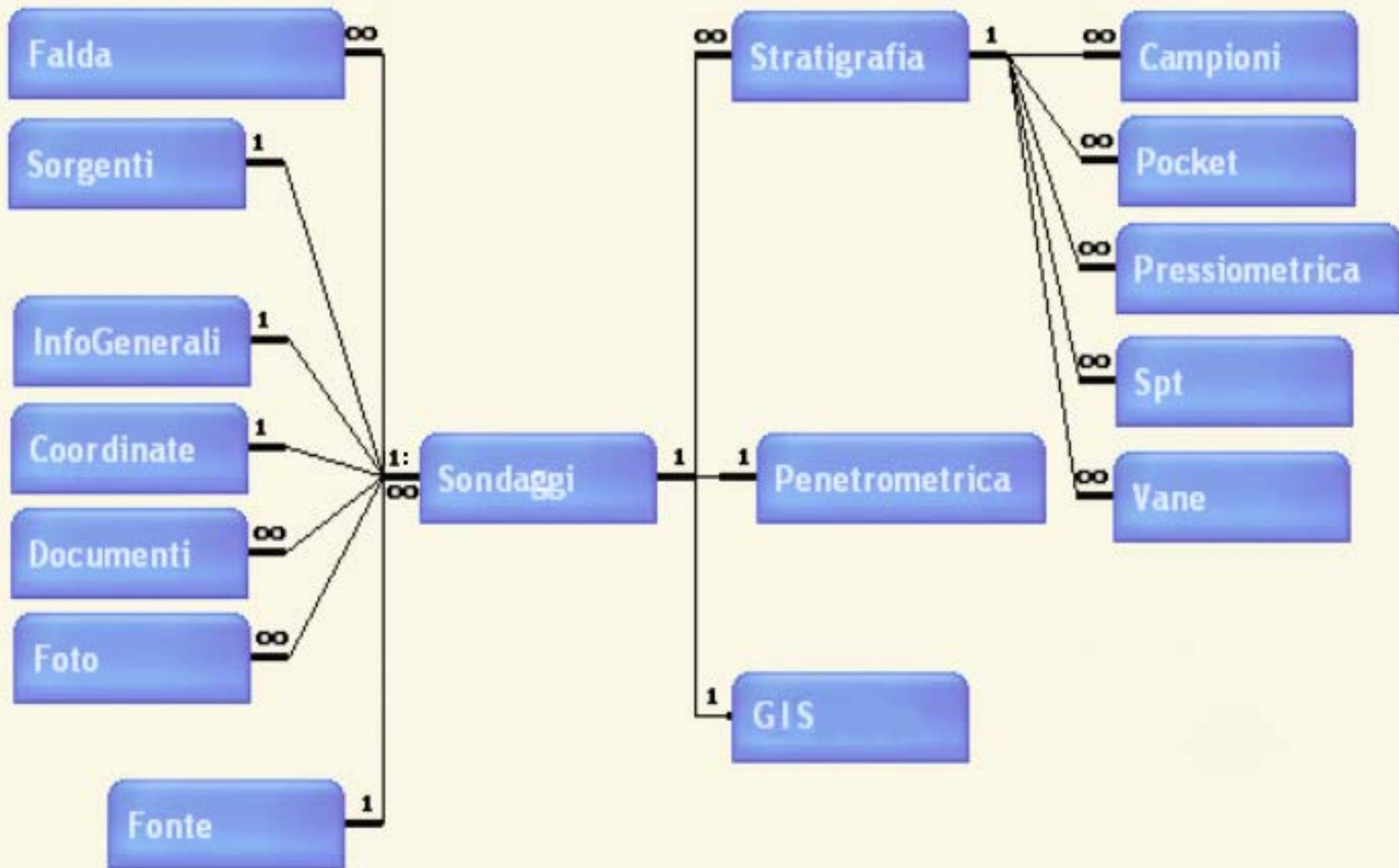
## Sondaggi con dati di falda



# Schema della banca dati



# Relazioni e cardinalità



# Fasi di realizzazione del modello geologico

1. Revisione dei dati di letteratura e, di conseguenza, realizzazione di uno schema stratigrafico di sintesi
2. Interpretazione e correlazione dei dati archiviati nella banca dati alla luce dello schema stratigrafico

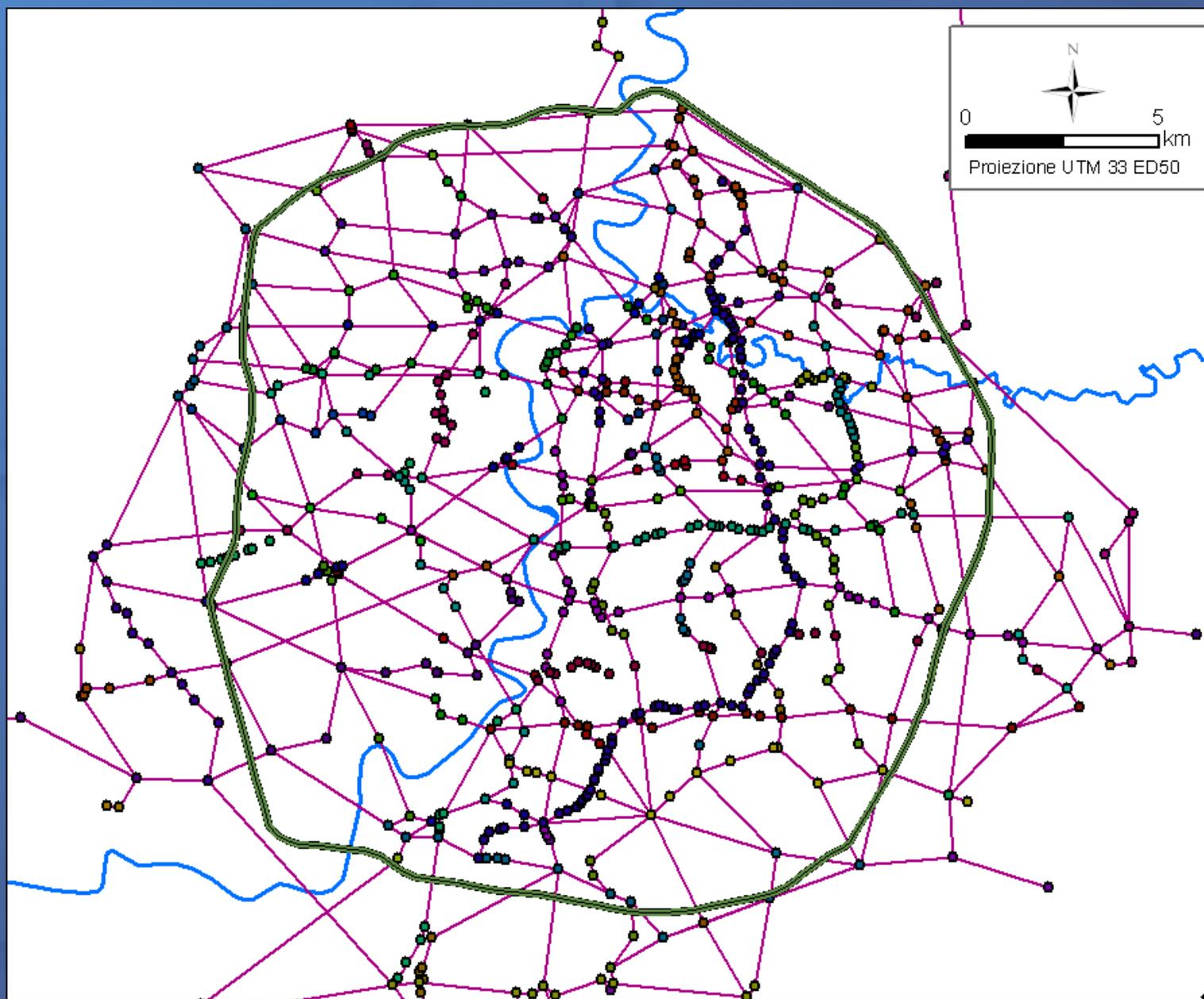
# Schema stratigrafico di sintesi

TEMPO (Ma)	CRONOSTRATIGRAFIA			LITOSTRATIGRAFIA da Conato et al., 1980	UBSU da Marra, 1993 Marra & Rosa, 1995	STRATIGRAFIA SEQUENZIALE da Milli, 1992, 1994, 1997, 2005		UNITA' LITOSTRATIGRAFICHE INFORMALI questo lavoro		
	sistema	serie				sequenze deposizionali di 4° ordine	sequenze deposizionali di 3° ordine			
0.1	Quaternario	Pleistocene	OI.	Duna rossa Formazione "Il Fronte"	Unità Vitinia Unità Aurelia Unità San Paolo Unità Valle Giulia Unità Paleotevere 2B Unità Paleotevere 2A Unità Paleotevere 1b Unità Paleotevere 1a	Depositi Vulcanici	PG9 PG8	Sequenza Ponte Galeria	Alluvioni Recenti (AR) e Riporti (RP)	
0.3			Pleistocene medio	Formazione Vitinia			PG7			
				Formazione Aurelia			PG6			
				Formazione S. Cosimato			PG5			
0.5			Pleistocene inferiore	Formazione Ponte Galeria			Unità Paleotevere 2B Unità Paleotevere 2A Unità Paleotevere 1b Unità Paleotevere 1a			PG4
0.7										PG3
0.9										PG2
										PG1
1.1			Pleistocene inferiore	Formazione Monte Mario			Unità Monte delle Piche			PG0
1.3										Unità Monte Ciocci
1.5	Unità Monte Mario									
1.7										
1.9	Neogene	Pliocene	Pl. sup.	Marne Vaticane			Sequenza Vaticana	Unità Monte Vaticano (MV)		

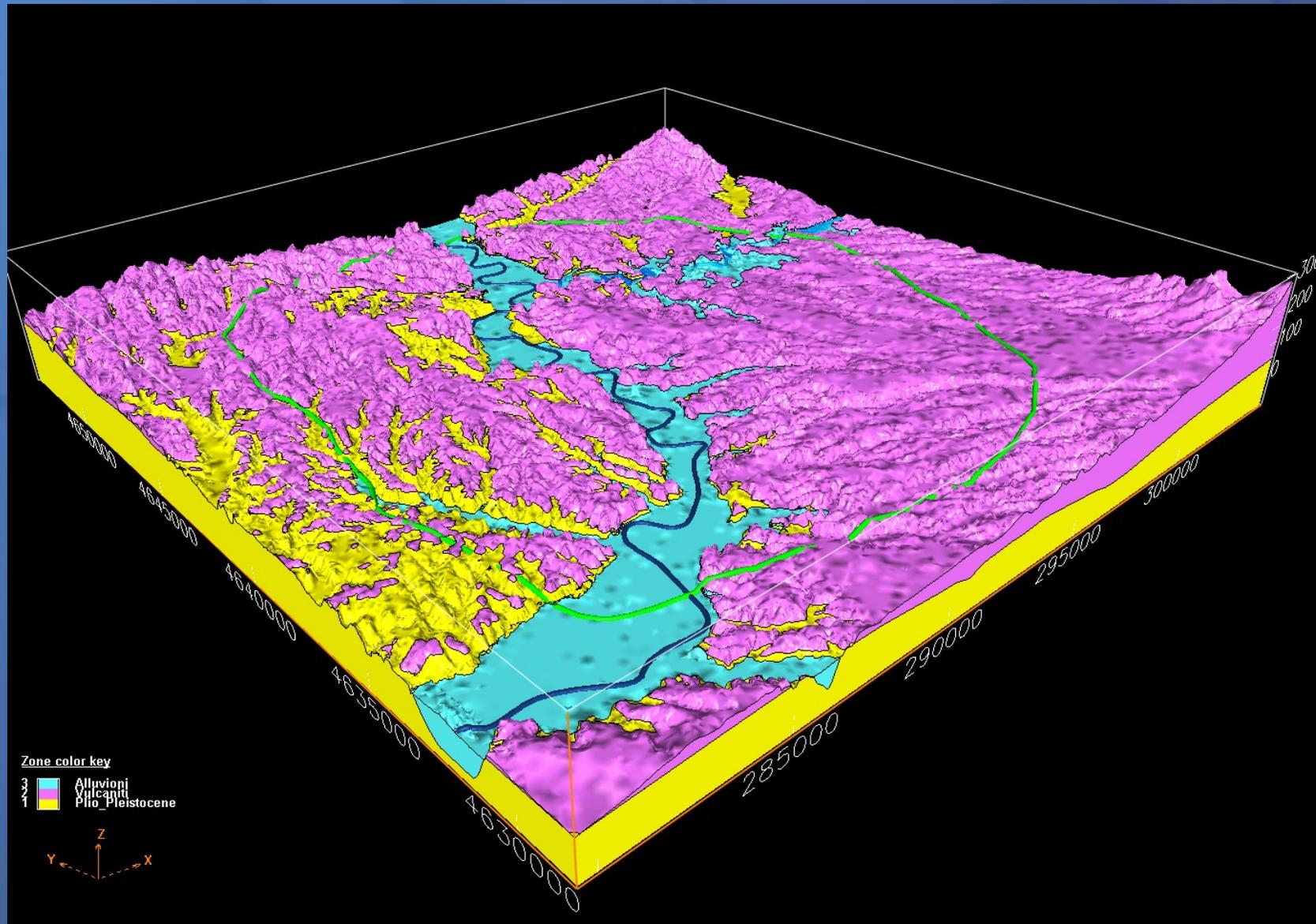
# Litologie delle Alluvioni Recenti

Litologia	Codice	Colore	Associazioni litologiche
Riporto	RP12		RIPORTI E SUOLI
Terreno vegetale	AR16		
Ghiaia	AR1		GHIAIE
Ghiaia con sabbia	AR1s		
Sabbia	AR2		SABBIE
Sabbia con ghiaia	AR2g		
Sabbia con limo	AR2l		
Sabbia di origine vulcanica	AR2v		
Sabbia con torba	AR2t		
Alternanza sabbia-ghiaia	AR13		
Limo	AR3		
Limo di origine vulcanica	AR3v		
Limo con sabbia	AR14		
Limo con torba	AR3t		
Argilla	AR4		ARGILLE
Argilla con sabbia	AR4s		
Alternanza sabbia-argilla	AR24		
Argilla con torba	AR4t		ARGILLE ORGANICHE E TORBE
Torba	AR6		

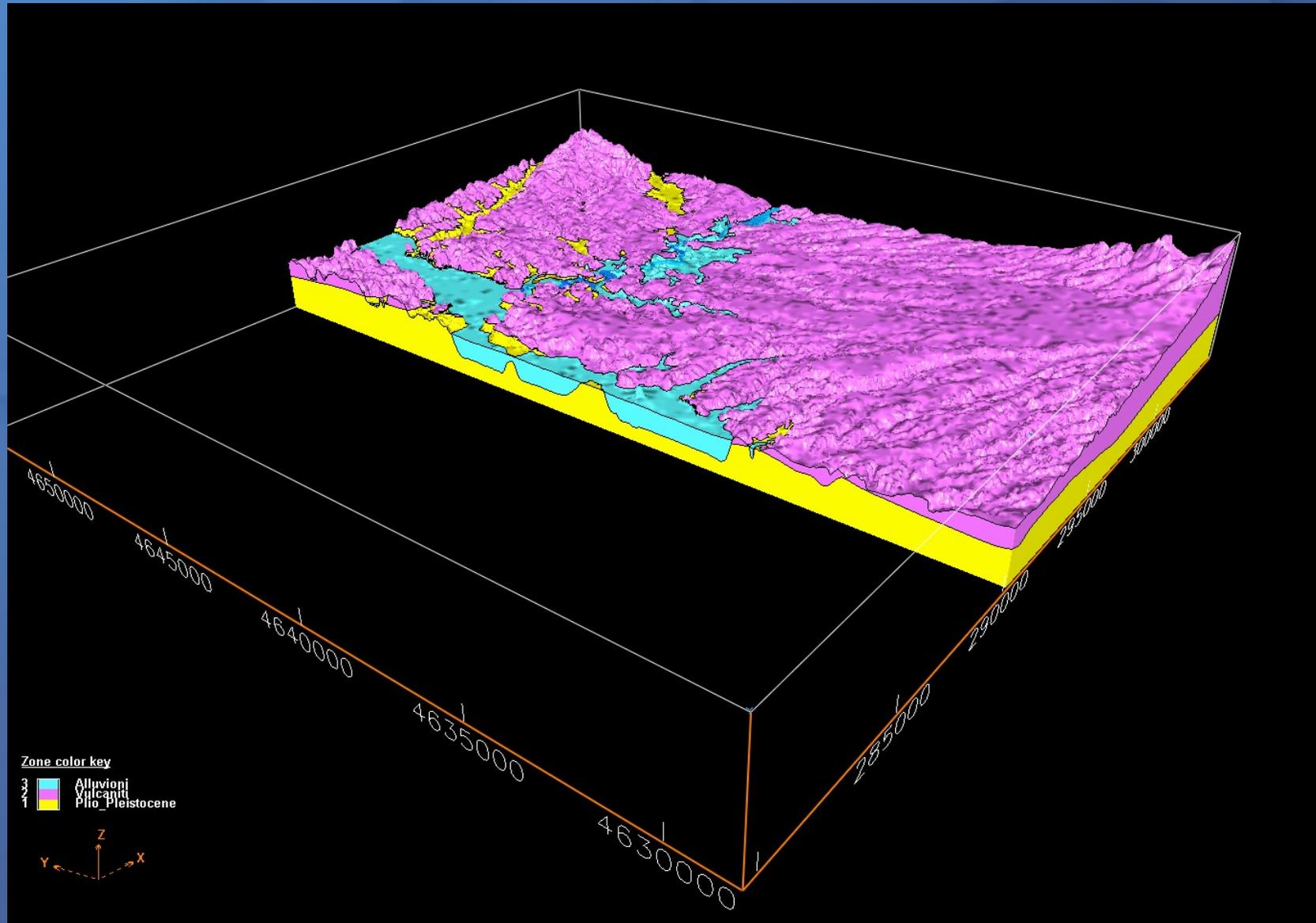
# Traccia delle 85 sezioni geologiche



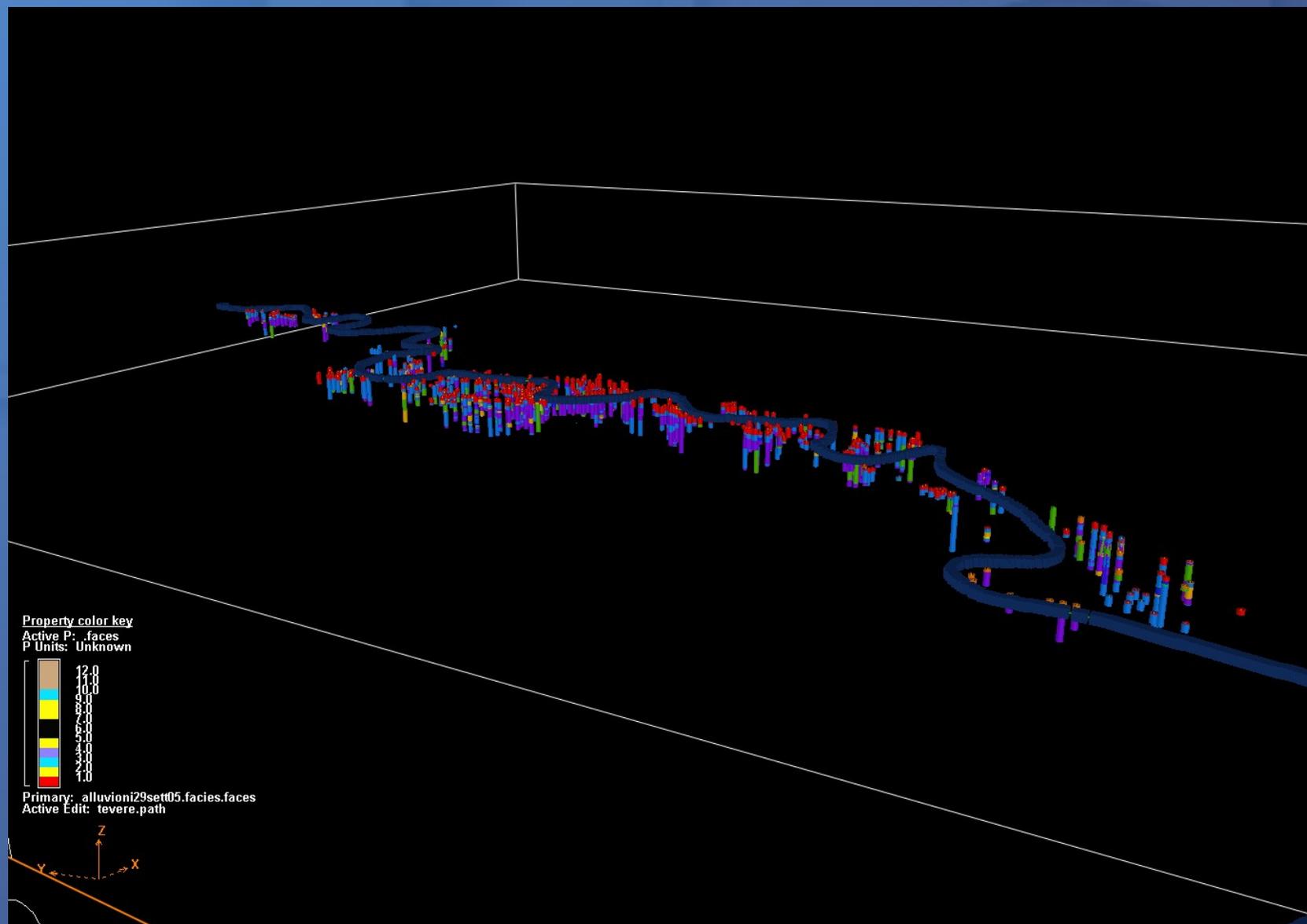
# Modello geologico 3D semplificato (vista da SW)



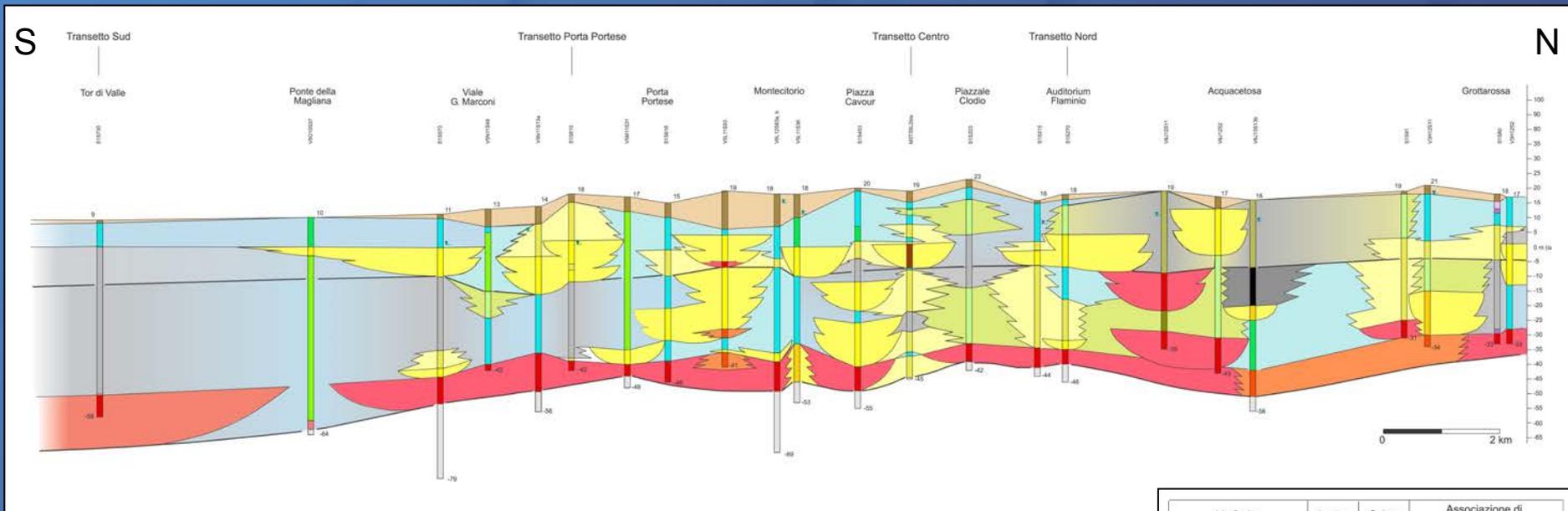
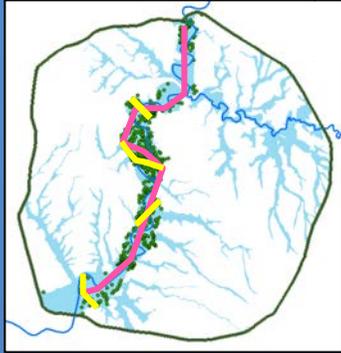
# Modello geologico 3D semplificato (vista da SW)



# Stratigrafie dei sondaggi nella valle del Tevere in 3D (oltre 900 sondaggi)

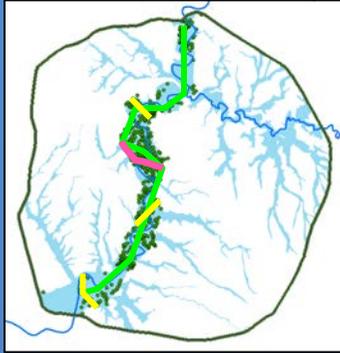


# Pannello di correlazione dei depositi olocenici della valle del Tevere

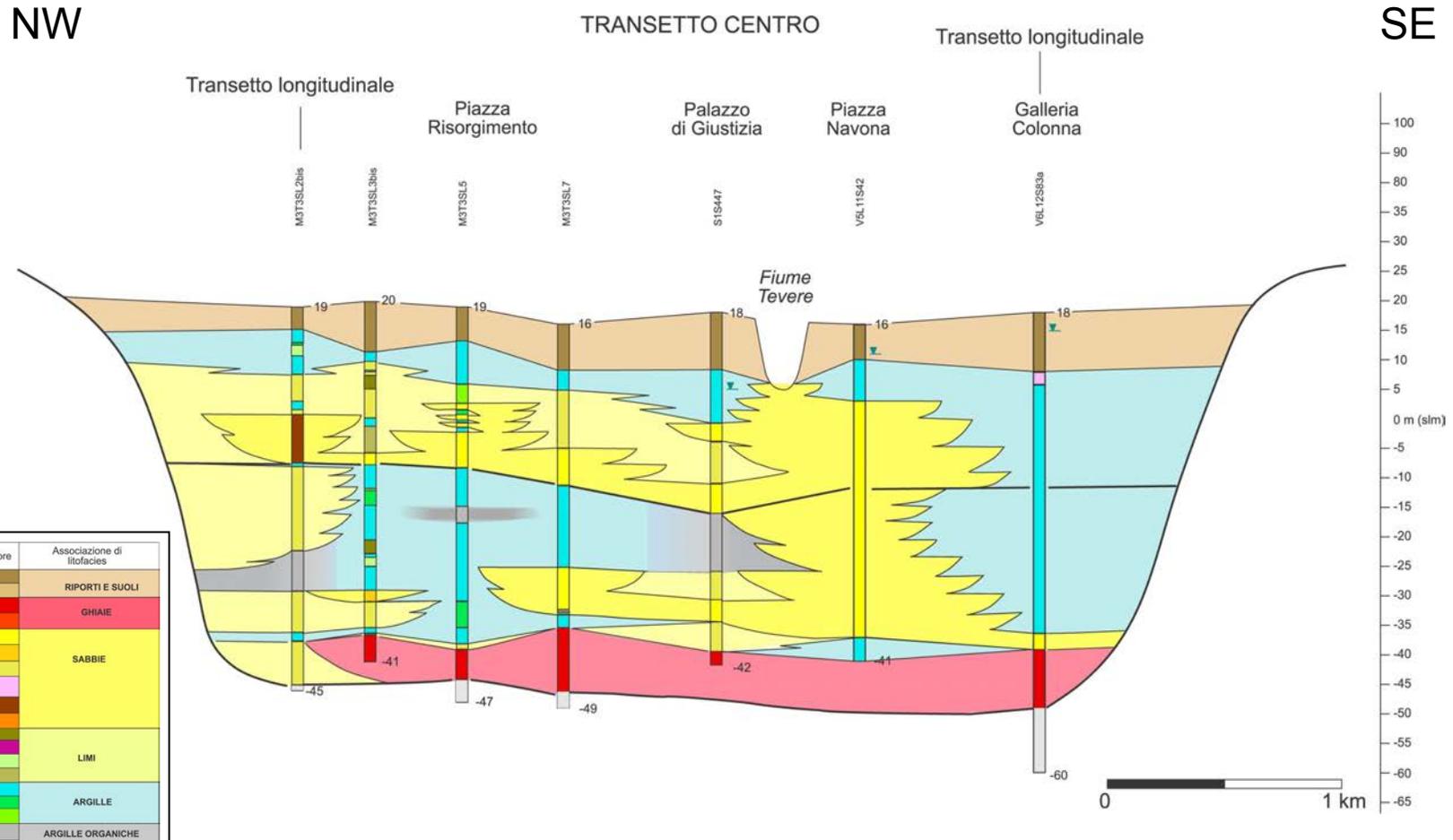
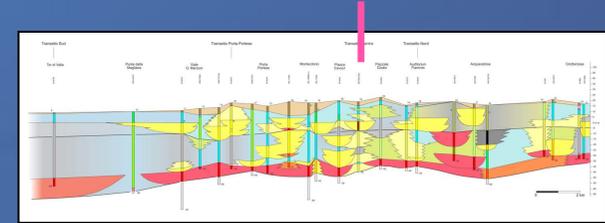


Litofacies	Codice	Colore	Associazione di litofacies
Riporto	RP12		<b>RIPORTI E SUOLI</b>
Terreno vegetale	AR16		
Ghiaia	AR1		<b>GHIAIE</b>
Ghiaia con sabbia	AR1s		
Sabbia	AR2		<b>SABBIE</b>
Sabbia con ghiaia	AR2g		
Sabbia con limo	AR2l		
Sabbia di origine vulcanica	AR2v		
Sabbia con torba	AR2t		
Alternanza sabbia-ghiaia	AR13		
Limo	AR3		<b>LIMI</b>
Limo di origine vulcanica	AR3v		
Limo con sabbia	AR14		
Limo con torba	AR3t		<b>ARGILLE</b>
Argilla	AR4		
Argilla con sabbia	AR4s		
Alternanza sabbia-argilla	AR24		
Argilla con torba	AR4t		<b>ARGILLE ORGANICHE E TORBE</b>
Torba	AR6		

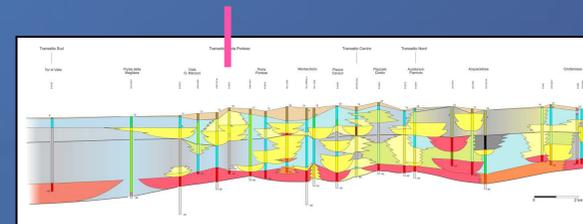
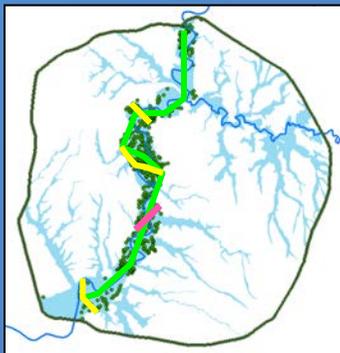




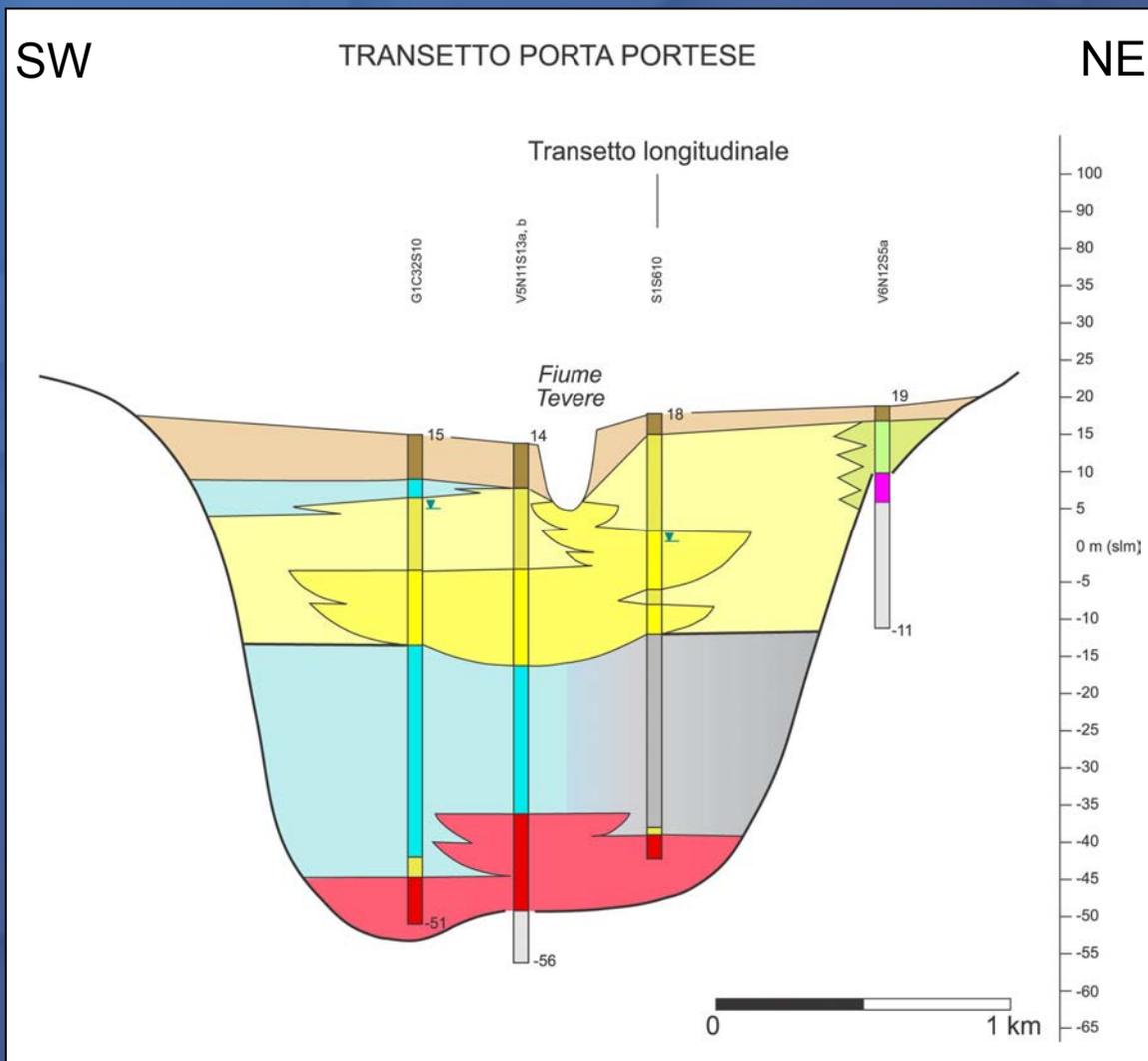
# Pannello di correlazione trasversale della valle del Tevere Settore centrale



Litofacies	Codice	Colore	Associazione di litofacies
Riporto	RP12		RIPORTI E SUOLI
Terrano vegetale	AR16		
Ghiaia	AR1		GHIAIE
Ghiaia con sabbia	AR1s		
Sabbia	AR2		SABBIE
Sabbia con ghiaia	AR2g		
Sabbia con limo	AR2l		
Sabbia di origine vulcanica	AR2v		
Sabbia con torba	AR2t		
Alternanza sabbia-ghiaia	AR13		LIMI
Limo	AR3		
Limo di origine vulcanica	AR3v		
Limo con sabbia	AR14		
Limo con torba	AR3t		ARGILLE
Argilla	AR4		
Argilla con sabbia	AR4s		
Alternanza sabbia-argilla	AR24		
Argilla con torba	AR4t		ARGILLE ORGANICHE E TORBE
Torba	AR6		

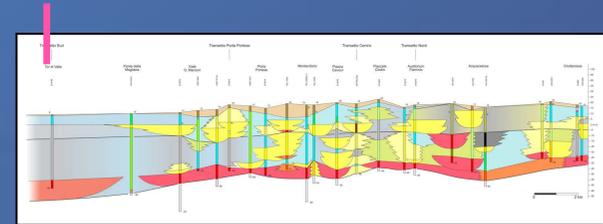
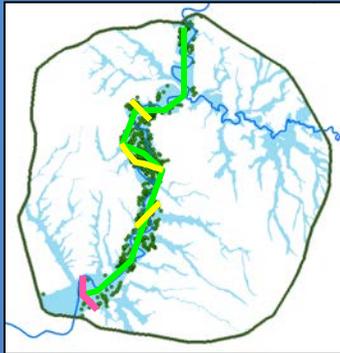


# Pannello di correlazione trasversale della valle del Tevere Settore Porta Portese



Litofacies	Codice	Colore	Associazione di litofacies
Riperto	RP12		RIPORTI E SUOLI
Terreno vegetale	AR16		
Ghiaia	AR1		GHIAIE
Ghiaia con sabbia	AR1s		SABBIE
Sabbia	AR2		
Sabbia con ghiaia	AR2g		
Sabbia con limo	AR2l		
Sabbia di origine vulcanica	AR2v		LIMI
Sabbia con torba	AR2t		
Alternanza sabbia-ghiaia	AR13		
Limo	AR3		LIMI
Limo di origine vulcanica	AR3v		
Limo con sabbia	AR14		
Limo con torba	AR3t		ARGILLE
Argilla	AR4		
Argilla con sabbia	AR4s		
Alternanza sabbia-argilla	AR24		ARGILLE ORGANICHE E TORBE
Argilla con torba	AR4t		
Torba	AR6		

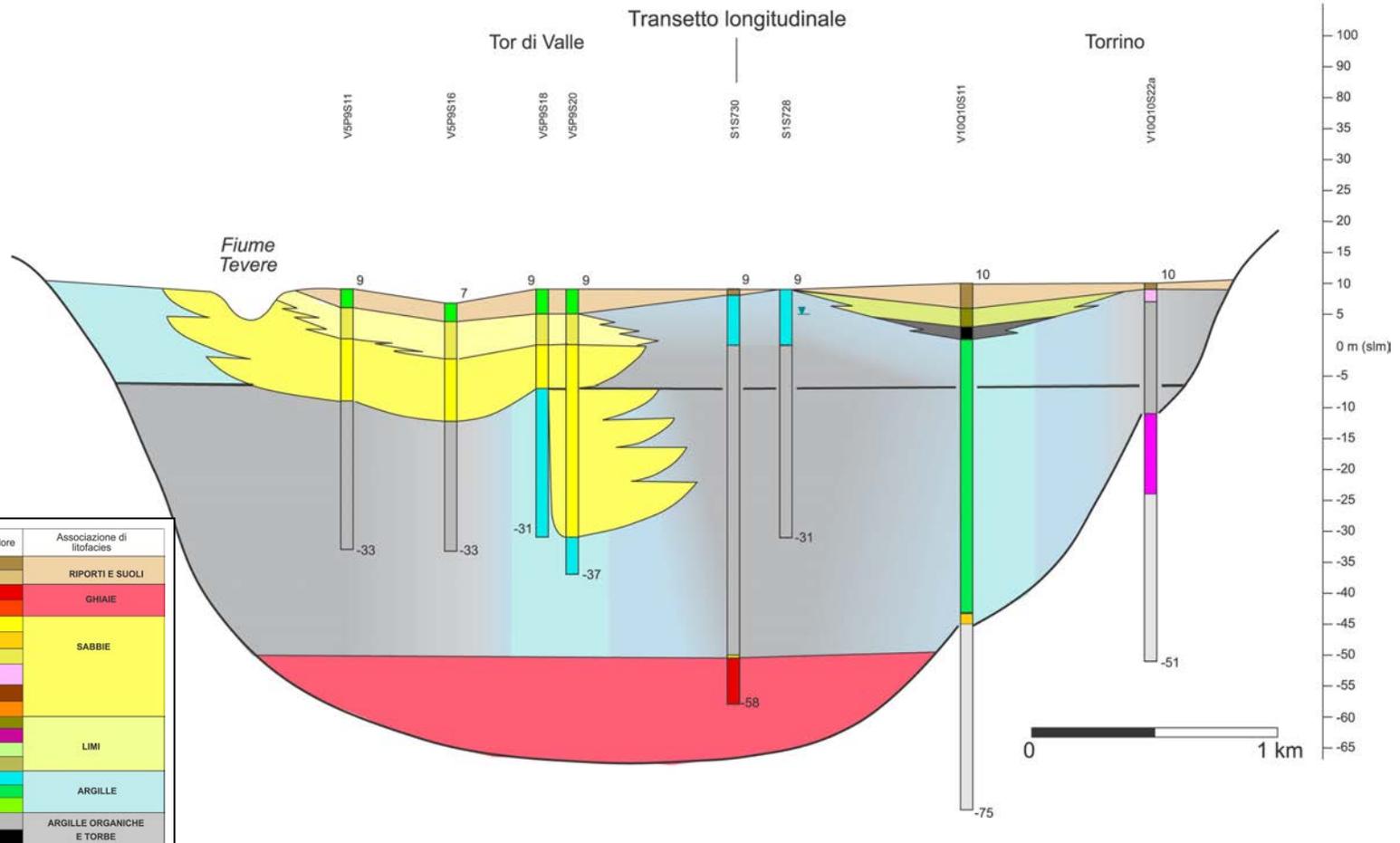
# Pannello di correlazione trasversale della valle del Tevere Settore meridionale



NW

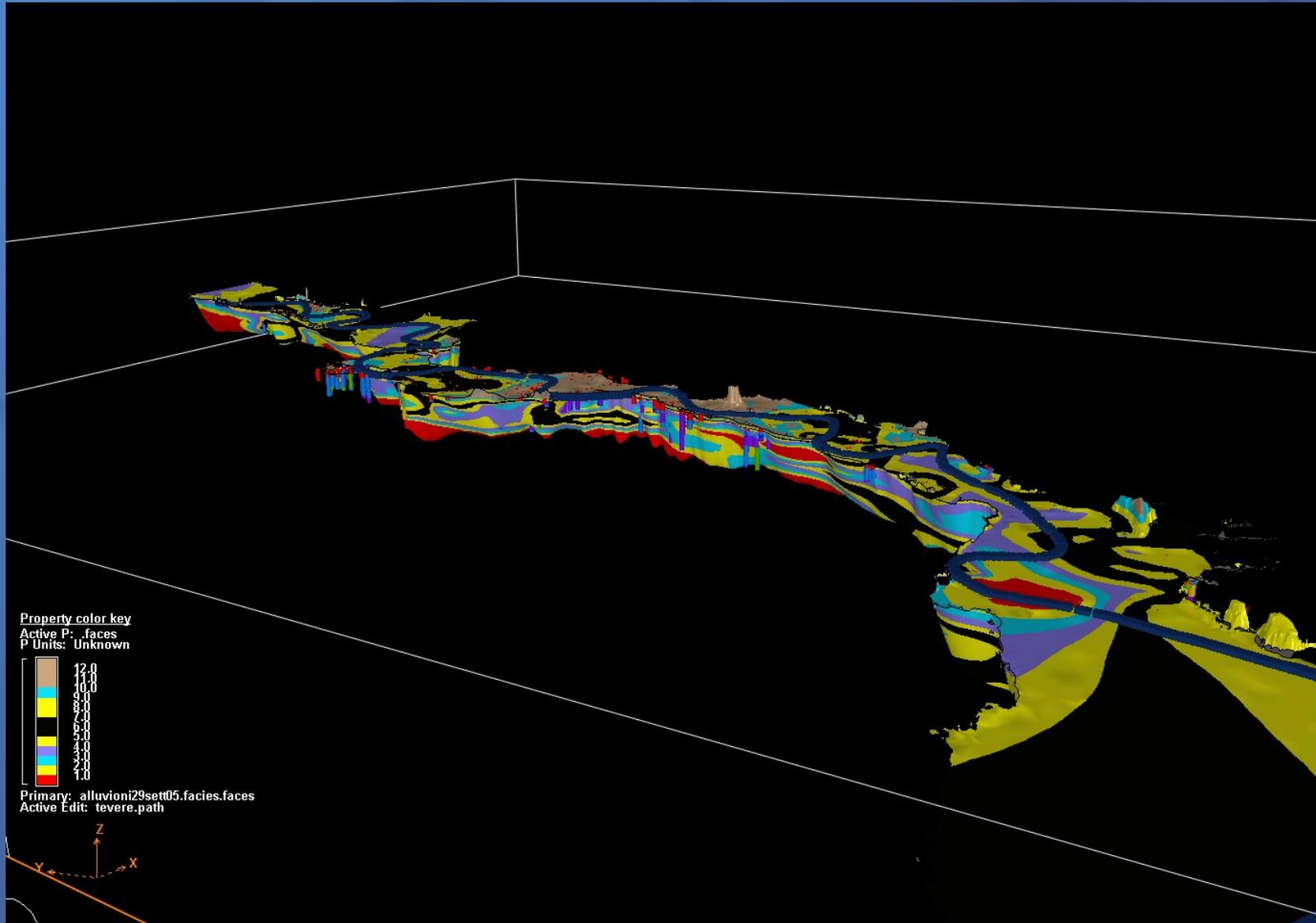
TRANSETTO SUD

SE



Litofacies	Codice	Colore	Associazione di litofacies
Riperto	RP12		RIPORTI E SUOLI
Terreno vegetale	AR16		
Ghiaia	AR1		GHIAIE
Ghiaia con sabbia	AR1s		
Sabbia	AR2		SABBIE
Sabbia con ghiaia	AR2g		
Sabbia con limo	AR2l		
Sabbia di origine vulcanica	AR2v		
Sabbia con torba	AR2t		
Alternanza sabbia-ghiaia	AR13		
Limo	AR3		LIMI
Limo di origine vulcanica	AR3v		
Limo con sabbia	AR14		
Limo con torba	AR3t		
Argilla	AR4		ARGILLE
Argilla con sabbia	AR4s		
Alternanza sabbia-argilla	AR24		
Argilla con torba	AR4t		ARGILLE ORGANICHE E TORBE
Torba	AR6		

# Ricostruzione 3D delle litologie dei depositi olocenici della valle del Tevere



# Fasi dell'elaborazione del modello geotecnico

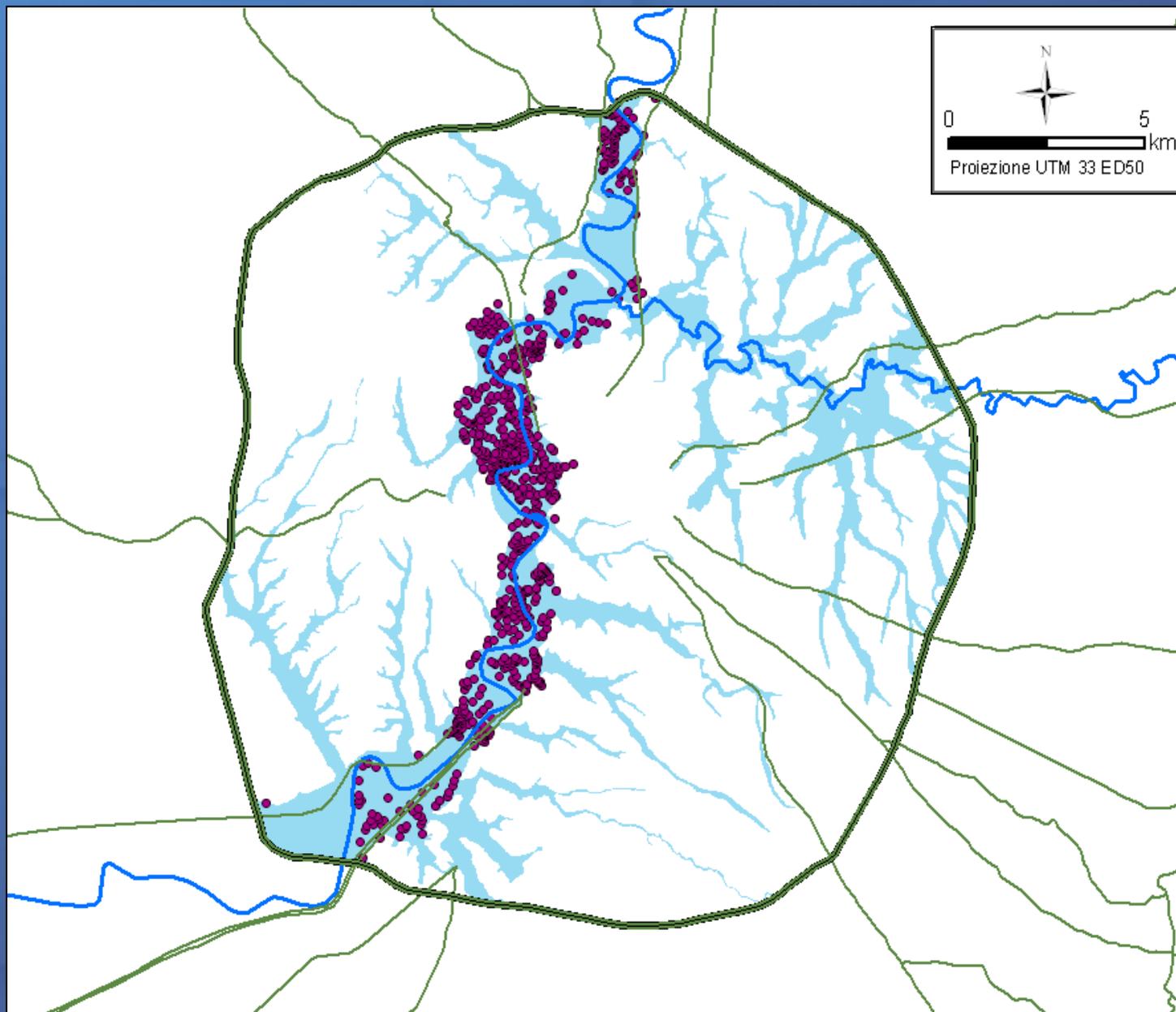
Integrazione dei dati relativi a:

- a. modello geologico
- b. modello idrogeologico
- c. caratterizzazione geotecnica

Studio della variabilità spaziale dei parametri fisico-meccanici con metodi geostatistici

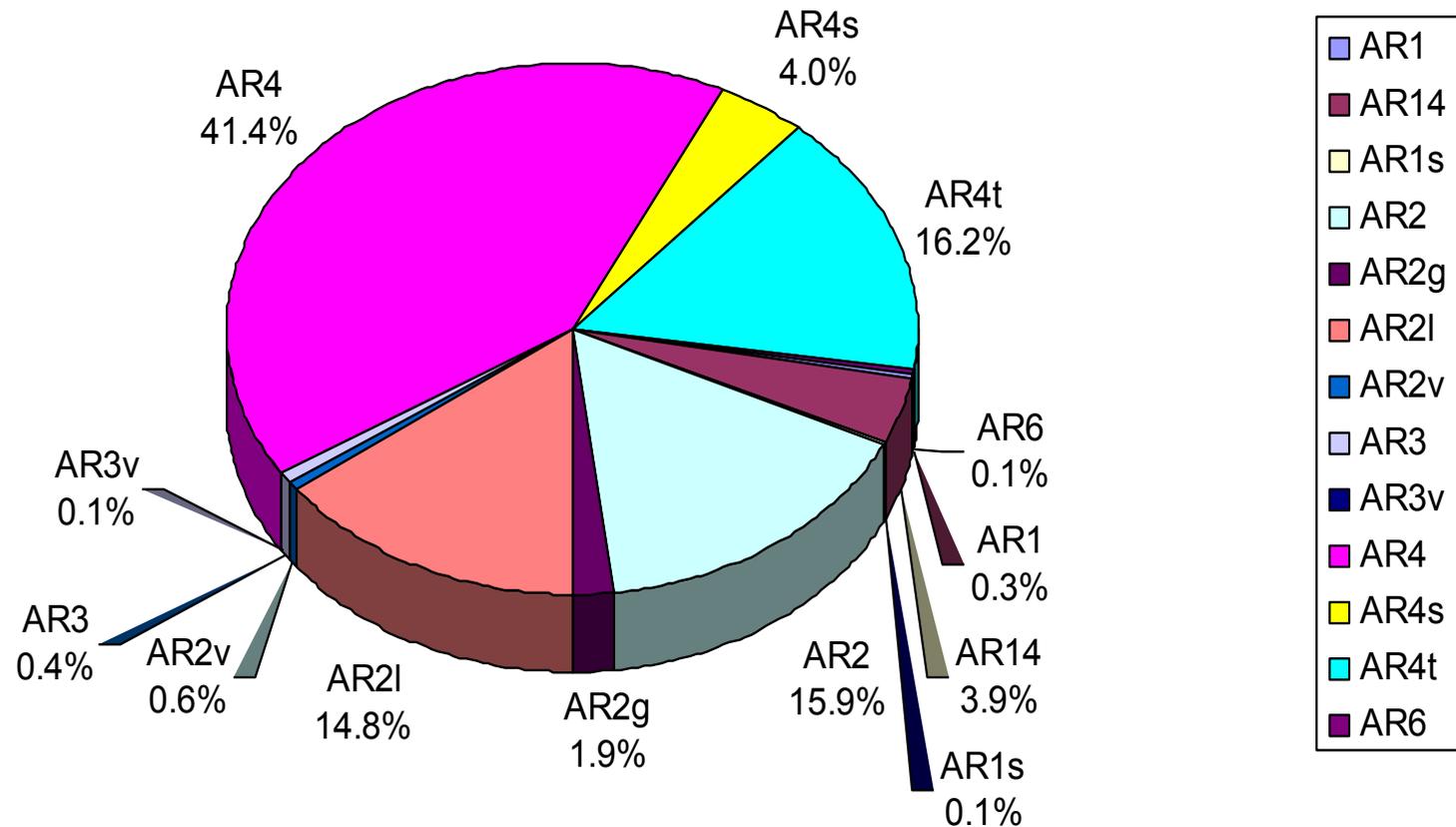
Realizzazione del modello geotecnico 3D

# Sondaggi nella valle del Tevere

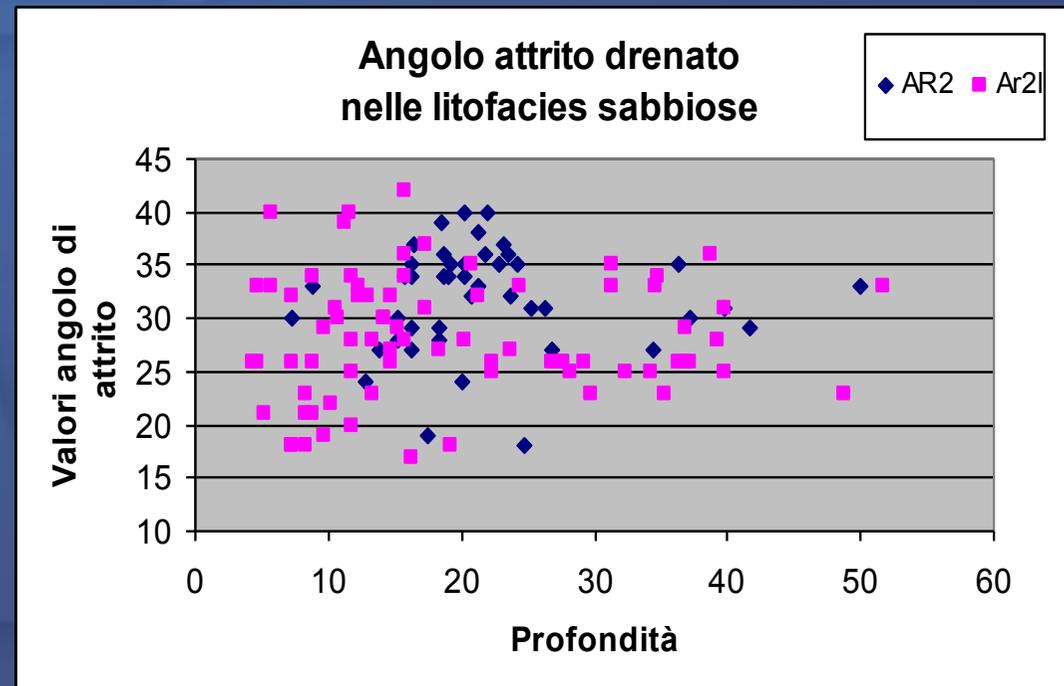
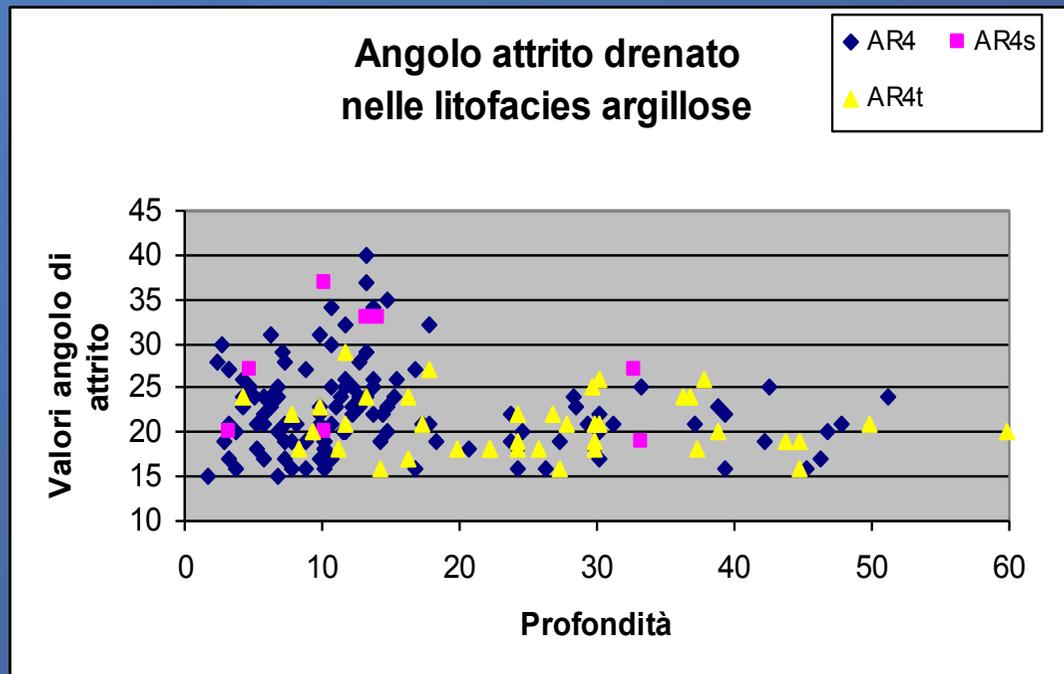


# Elaborazione dei dati geotecnici (alluvioni del Tevere)

Campioni per litotipo (681 dati)



# Dispersione dei valori dell'angolo di attrito in funzione della profondità e della litologia



# Analisi multifattoriale

Al fine di contenere il numero delle variabili, si è partiti da un'Analisi in Componenti Principali (ACP) considerando come variabili attive i 13 parametri fisici e come supplementari i due parametri meccanici (Coesione e Angolo di attrito)

L'analisi è stata effettuata sui 55 campioni, prevalentemente argillosi, provvisti dei seguenti parametri fisici:

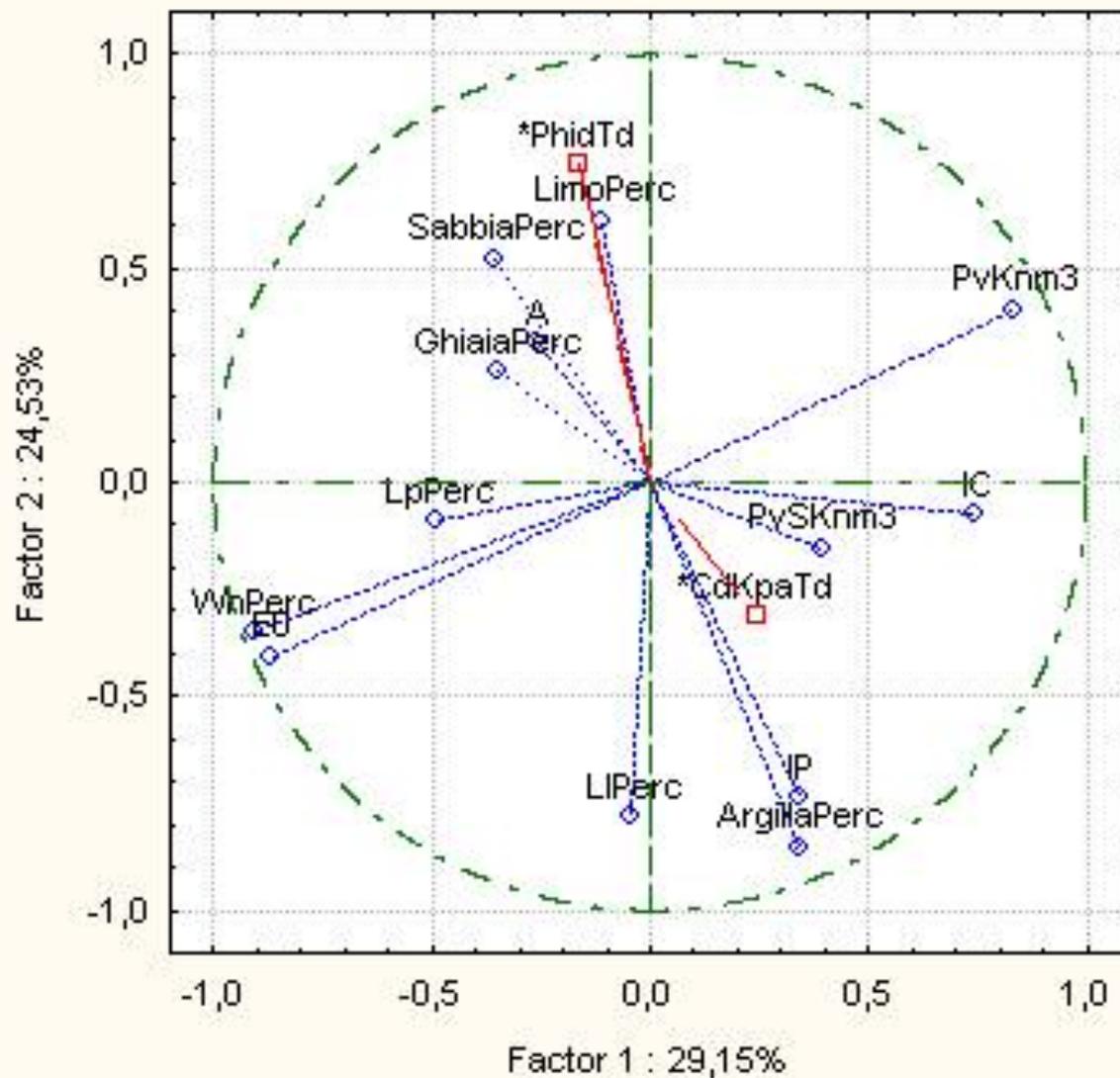
- peso specifico ( $\gamma_n$ );
- peso specifico della parte solida ( $\gamma_s$ );
- contenuto acqua naturale ( $W_n$ );
- limite liquido (LL);
- limite plastico (LP),
- indice plastico (IP),
- indice di consistenza (IC),
- indice di attività colloidale (A),
- indice dei vuoti ( $E_o$ ),
- frazioni granulometriche di ghiaia, sabbia, limo, argilla,
- angolo di attrito drenato ( $\phi'$ )
- coesione drenata ( $C'$ ).

# Risultati dell'analisi multifattoriale

I primi 5 fattori dell'analisi spiegano oltre l'85% dell'intera variabilità:

- Il fattore 1, che spiega il 29.15% della variabilità totale, è riconducibile a: il contenuto in acqua, l'indice dei vuoti e il peso per unità di volume
- Il fattore 2, che spiega il 24.53 % della variabilità totale, è riconducibile al contenuto di argilla, al limite liquido e all'indice plastico
- Il fattore 3, che spiega il 14.14 % della variabilità totale, non è dominato da particolari grandezze fisiche e risulta mediamente correlato con contenuto di sabbia e peso della parte solida
- I fattori 4 e 5, che spiegano il 9.9 e il 7.7 della variabilità totale, sono ben correlati rispettivamente al limite plastico e al contenuto di ghiaia.

# Proiezioni delle variabili sul piano dei fattori 1 e 2



In blu: variabili attive  
In rosso: variabili supplementari

# Metodologie di stima per la ricostruzione spaziale delle caratteristiche meccaniche

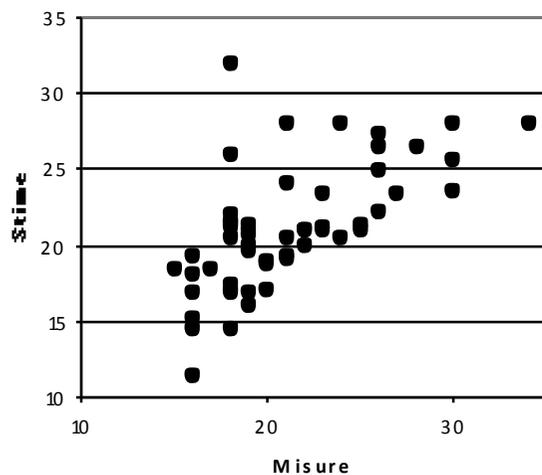
L'analisi evidenzia che la ricostruzione spaziale delle caratteristiche meccaniche può avvantaggiarsi della conoscenza dei caratteri fisici resi più agevolmente fruibili dall'Analisi in Componenti Principali

Per dimostrare questo, la stima dei parametri meccanici è stata effettuata utilizzando:

- Regressione multipla
- Kriging
- Cokriging (kriging + fattori da ACP)

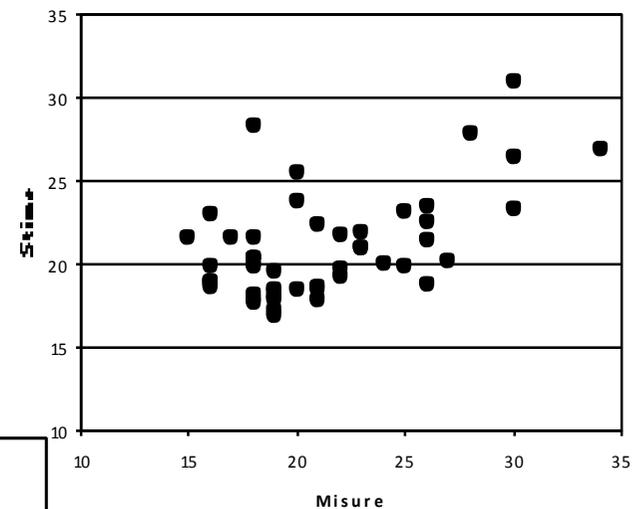
# Correlazione tra misure e stime

Regressione multipla  
15 variabili



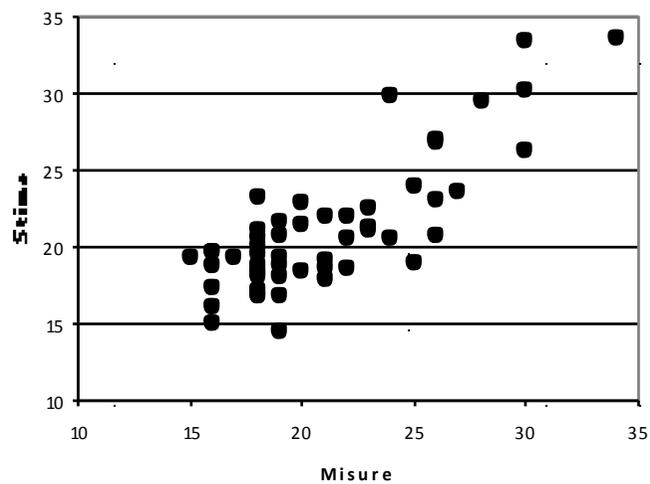
$R = 0.55$

Kriging agolo attrito (crossvalidazione)



$R = 0.63$

Cokriging angolo d'attrito (cross-  
validazione)  
Variabili ausiliarie: fattori ACP



$R = 0.81$

# Conclusioni

- È stata implementata una banca dati geologica e geotecnica contenuta all'interno di un sistema informativo geografico (GIS)
- È stato prodotto un modello geologico 3D orientato all'elaborazione del modello geotecnico
- È stato verificato che il Cokriging è la metodologia geostatistica più idonea alla stima dei parametri geotecnici
- È in corso di elaborazione il modello geotecnico 3D del sottosuolo di Roma