



Rita Leogrande (CREA-AA)
Elisabetta Loffredo (UNIBA - DISSPA)
Anna Maria Stellacci (UNIBA - DISSPA)
Maria Cristina De Mattia (ARPA Puglia)





Unione Europea



acquedotto pugliese
l'acqua, bene comune



REGIONE PUGLIA



Il futuro alla portata di tutti

Partner Industriali



Partner Scientifici



RETE RONSAS

PROGETTO RONSAS

Sperimentazione produzione gessi di defecazione in linea depuratori di Barletta e Foggia e loro utilizzo in Puglia



Recupero di Biomasse di scarto



Riduzione del carico di materiale di scarto da smaltire

Valorizzazione dei sottoprodotti recuperati in agricoltura



Recupero di Fanghi di depurazione delle acque reflue urbane



Gesso di defecazione o Biosolfato

Azione correttiva su suoli alcalini

fertilizzante appartenente alla famiglia degli "elementi chimici della fertilità" e, in particolare, alla specie dei "correttivi", materiali, cioè, «da aggiungere al suolo in situ principalmente per modificare e migliorare proprietà chimiche anomale del suolo dipendenti da reazione, salinità, tenore in sodio» (allegato 3 del d.lgs. n. 75 del 2010).





Obiettivi generali Progetto RONSAS:

- Recuperare i fanghi biologici attraverso la loro trasformazione e valorizzazione agronomica;
- Ottimizzare il sistema depurativo garantendo la sostenibilità economica, la tutela ambientale e la produzione di fertilizzanti correttivi dei suoli agrari (gesso di defecazione da fanghi).





Obiettivi specifici della ricerca:

- Caratterizzare la matrice acquosa (acque reflue e fanghi in sospensione) prima dell'ingresso nel trattamento in sperimentazione e la matrice solida (biosolfato) in uscita (ARPA Puglia);
- Valutare l'azione correttiva del biosolfato su suoli alcalini (CREA-UNIBA);
- Valutare l'effetto del biosolfato sulle proprietà chimiche e fisiche del suolo e sulla risposta produttiva delle colture (CREA-UNIBA);
- Studiare la capacità adsorbente del biosolfato nei confronti di alcuni agrofarmaci; studiare l'impatto del biosolfato su specie fungine residenti nei suoli agrari (UNIBA);
- Applicare metodi di analisi dei dati che consentono di tener conto della variabilità spaziale delle proprietà del suolo al fine di una corretta interpretazione dei risultati. Calcolare indici sintetici di qualità del suolo (SQI) (UNIBA).





Implementazione analisi dati sperimentali ARPA sugli impianti di trattamento

(Maria Cristina de Mattia, ARPA Puglia)

L'ARPA Puglia partecipa alle attività di ricerca del Progetto realizzando analisi di alcuni parametri presso i propri laboratori chimici e micro-bio-tossicologici situati nel Dipartimento Ambientale Provinciale (DAP) interessato.

Al fine di caratterizzare **le matrici “in ingresso” ed “in uscita”** al trattamento di sperimentazione “in linea” con il processo di depurazione delle acque reflue urbane, in base all'avvio dei processi sperimentali, vengono eseguite:

2 campagne Campionamenti/anno per ciascun impianto (Foggia e Barletta), per tutta la durata del Progetto di 36 mesi (3 anni), circa una ogni sei mesi. Ovvero saranno eseguiti sui processi sperimentali 8 campionamenti annui in totale: **4 campioni in ingresso e 4 campioni in uscita.**



Implementazione analisi dati sperimentali ARPA

Sui **Campioni** prelevati sono analizzati **parametri di routine ed aggiuntivi significativi**. Ad es. per la matrice acquosa in ingresso sono ricercati 18 parametri (pH, BOD, COD...) tra cui 8 metalli (Ferro, Cadmio, Nichel, Piombo, Rame, Mercurio, Zinco, Cromo totale), che saranno esaminati anche nella matrice solida in uscita.

La scelta del Dataset di parametri analitici è indotta, in base al tipo di matrice, dalle norme vigenti e in relazione alla potenzialità dei depuratori urbani interessati (> 50.000 AE);
Diventa, quindi, più rilevante considerare determinati parametri, come la letteratura insegna, ovvero altri parametri aggiuntivi quali: *Grassi e Olii animali e vegetali, Idrocarburi totali, tensioattivi, solventi organici clorurati, indice SAR, Coliformi fecali totali e patogeni (Escherichia Coli, Salmonella), Saggio tossicità acuta*.

Le analisi sono realizzate con metodiche ufficiali, in base alle norme vigenti e nei termini previsti per i Dataset di Parametri selezionati da:

- Tabelle 1, 3 e 4- Allegato.5- Parte III del D.lgs.152/06 per la matrice acquosa
- Allegati I A, II A e Allegato II B del D.lgs.99/92 per la matrice solida.





Implementazione analisi dati sperimentali ARPA

Il contributo di ARPA, con la partecipazione a tale Progetto, è finalizzato, dunque, a:

- Valutare gli esiti analitici di verifica dello stato chimico-fisico e microbiologico della matrice nelle fasi di input e output (esame caratteristiche matrice in ingresso al trattamento in linea e in uscita prima del recupero) ai fini del riutilizzo dei fanghi residuati dai processi di depurazione;
- Eseguire la redazione e la trasmissione dei Rapporti di Prova ad esito di ogni programma annuale (Campagna di campionamento) di osservazioni Ingresso/Uscita sulle matrici individuate, al partner Capofila del Progetto (AQP SpA).

Obiettivo: verificare l'abbattimento IN/OUT dei parametri contenuti nel flusso.





Unione Europea



acquedotto pugliese
l'acqua, bene comune



REGIONE PUGLIA



Il futuro alla portata di tutti



GREEN ECOL

Partner Industriali



Agrosistemi s.r.l.

Partner Scientifici



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore



crea
Consiglio per la ricerca in agricoltura
e l'analisi dell'economia agraria



ARPA PUGLIA



RETE RONSAS

PROGETTO RONSAS

Sperimentazione produzione gessi di defecazione
in linea depuratori di Barletta e Foggia e loro utilizzo in Puglia

Studio dell'azione correttiva del biosolfato (Rita Leogrande, CREA-AA)

Prova in ambiente controllato su colonne di drenaggio:

Suoli con differente tessitura e alcalini (ESP > 15% e pH > 8.5)

Trattamenti a confronto: dosi crescenti di bisolfato.

Monitoraggio:

quantificazione delle concentrazioni di Na nel percolato, mediante cromatografia ionica;
determinazione della conducibilità idraulica alla saturazione;
al termine della fase di lisciviazione, campionamento di suolo per la determinazione del pH e dell'ESP.



colloide- $\text{Na}_2 + \text{CaSO}_4$
«colloide- $\text{Ca} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ »





Unione Europea



acquedotto pugliese
l'acqua, bene comune



REGIONE PUGLIA



PUGLIA FESR-FSE 2014/2020

Il futuro alla portata di tutti



GREEN ECOL

Partner Industriali



Agrosistemi s.r.l.

Partner Scientifici



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO



UNIVERSITÀ CATTOLICA del Sacro Cuore



crea
Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria



ARPA PUGLIA



RETE RONSAS

PROGETTO RONSAS

Sperimentazione produzione gessi di defecazione in linea depuratori di Barletta e Foggia e loro utilizzo in Puglia

Studio dell'effetto del biosolfato sulle proprietà chimiche e fisiche del suolo e sulla risposta produttiva delle colture (Rita Leogrande, CREA-AA)

Prove sperimentali in pieno campo

Azienda sperimentale di Foggia
Podere 124 del CREA-AA



Azienda privata di
Barletta





Unione Europea



acquedotto pugliese
l'acqua, bene comune



REGIONE PUGLIA



PUGLIA FESR-FSE 2014/2020

Il futuro alla portata di tutti



GREEN ECOL

Partner Industriali



Agrosistemi s.r.l.

Partner Scientifici



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO



UNIVERSITÀ CATTOLICA del SACRO CUORE



crea Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria



ARPA PUGLIA



RETE RONSAS

PROGETTO RONSAS

Sperimentazione produzione gessi di defecazione in linea depuratori di Barletta e Foggia e loro utilizzo in Puglia

Prove sperimentali in pieno campo

Trattamenti a confronto:

BS: 100% di azoto (N) con il biosolfato apportato all'impianto (in presemina o come concimazione di fondo);

Min: 100% di N con concimazione minerale (1/3 di N all'impianto e 2/3 di N in copertura);

BS + Min: 100% di N, 1/3 di N con biosolfato all'impianto e 2/3 di N con concime minerale in copertura;

BSamm: apporto di biosolfato con funzione ammendante;

Comp: apporto di un compost con funzione ammendante.



Disegno sperimentale

		I blocco		II blocco		III blocco	
83 m	15 m	BS	COMP	BSamm			
	2 m	10 m	2 m				
		Min	BS+Min	BS			
		BS+Min	BS	Min			
		BSamm	Min	COMP			
		COMP	BSamm	BS+Min			
		34 m					





Unione Europea



acquedotto pugliese
l'acqua, bene comune



REGIONE PUGLIA



Il futuro alla portata di tutti



GREEN ECOL

Partner Industriali



Agrosistemi s.r.l.

Partner Scientifici



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO



UNIVERSITÀ CATTOLICA del Sacro Cuore



crea
Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria



ARPA PUGLIA



RETE RONSAS

PROGETTO RONSAS

Sperimentazione produzione gessi di defecazione in linea depuratori di Barletta e Foggia e loro utilizzo in Puglia

Prove sperimentali in pieno campo

Monitoraggio:

contenuto idrico del suolo mediante sonde capacitive;

parametri chimici (pH, EC, TOC, N totale);

parametri fisici (bulk density, curva di ritenzione idrica e caratteristiche granulometriche);

risposta produttiva delle colture.





Prova in cassoni per lo studio dell'azione ammendante del biosolfato
 (Rita Leogrande, CREA-AA)
Prove sperimentali in cassoni

Trattamenti a confronto: dosi crescenti di bisolfato.

Monitoraggio: bulk density, curva di ritenzione idrica e conducibilità idraulica satura e insatura.



BIOSOLFATO

([Elisabetta Loffredo](#), UNIBA-DISSPA)



Interazione del Biosolfato con **agrofarmaci** presenti nel suolo

Effetti del Biosolfato su **popolazioni fungine** del suolo





Unione Europea



acquedotto pugliese

l'acqua, bene comune



REGIONE PUGLIA



Il futuro alla portata di tutti



GREEN ECOL

Partner Industriali



Agrosistemi s.r.l.

Partner Scientifici



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO



UNIVERSITÀ CATTOLICA del SACRO CUORE



CREA Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria



ARPA PUGLIA



RETE RONSAS

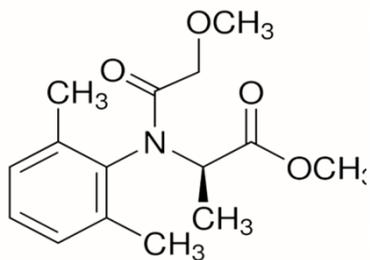
PROGETTO RONSAS

Sperimentazione produzione gessi di defecazione in linea depuratori di Barletta e Foggia e loro utilizzo in Puglia

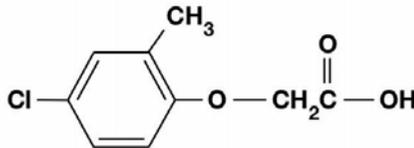
Studiare la capacità adsorbente del biosolfato nei confronti di alcuni agrofarmaci (Elisabetta Loffredo, UNIBA-DISSPA)

Il biosolfato prodotto nei due impianti di trattamento verrà valutato, in condizioni controllate di laboratorio, per la sua capacità di adsorbimento e desorbimento nei confronti di alcuni agrofarmaci di largo impiego.

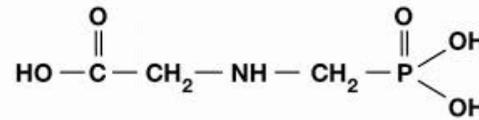
Le prove verranno condotte con il metodo "batch".



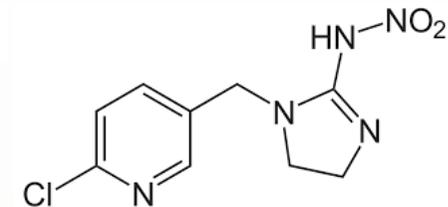
Metalaxil-M
(RIDOMIL)



MCPA
(FENOXILENE)



Glifosate
(ROUNDUP)



Imidacloprid
(CONFIDOR)





Unione Europea



acquedotto pugliese
l'acqua, bene comune



REGIONE PUGLIA



PUGLIA FESR-FSE 2014/2020

Il futuro alla portata di tutti



GREEN ECOL

Partner Industriali



Agrosistemi s.r.l.

Partner Scientifici



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO



UNIVERSITÀ CATTOLICA del SACRO CUORE



crea
Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria



ARPA PUGLIA



RETE RONSAS

PROGETTO RONSAS

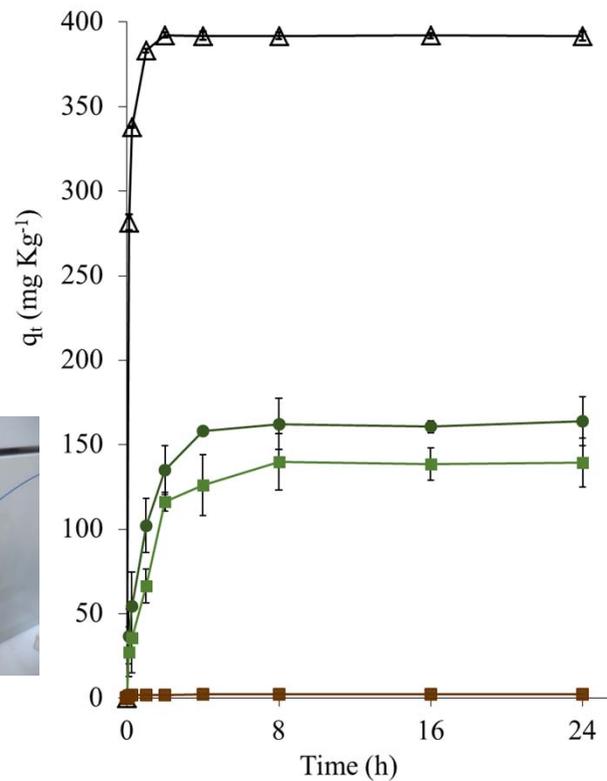
Sperimentazione produzione gessi di defecazione in linea depuratori di Barletta e Foggia e loro utilizzo in Puglia

Studiare la capacità adsorbente del biosolfato nei confronti di alcuni agrofarmaci

Le cinetiche di adsorbimento consentiranno di conoscere il tempo dell'equilibrio di adsorbimento. I dati cinetici verranno quindi interpretati con modelli che consentono di investigare anche sui meccanismi di adsorbimento.



CINETICHE DI ADSORBIMENTO



Equazione cinetica di pseudo-primo-ordine

$$q_t = q_e (1 - \exp^{-k_1 t})$$

Equazione cinetica di pseudo-secondo ordine

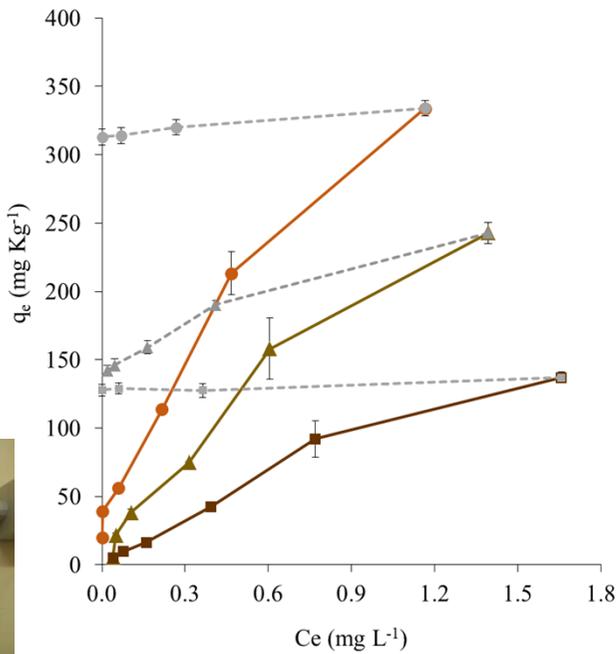
$$q_t = \frac{q_e^2 k_2 t}{1 + k_2 q_e t}$$

Studiare la capacità adsorbente del biosolfato nei confronti di alcuni agrofarmaci

Le isoterme di adsorbimento e di desorbimento consentiranno di valutare quantitativamente l'interazione tra agrofarmaci e i due biosolfato.

Le analisi degli agrofarmaci verranno effettuate mediante cromatografia HPLC usando un rivelatore del tipo diode array detector nell'UV-visibile oppure fluorimetrico.

ISOTERME DI ADSORBIMENTO/DESORBIMENTO



Equazione **lineare**

$$q_e = K C_e$$

Equazione **non-lineare di Freundlich**

$$q_e = K_F C_e^{1/n}$$

Equazione **non-lineare di Langmuir**

$$q_e = (KLC_e) / (1 + KLC_e)$$





Unione Europea



acquedotto pugliese
l'acqua, bene comune



REGIONE PUGLIA



Il futuro alla portata di tutti

Partner Industriali



GREEN ECOL



Agrosistemi s.r.l.

Partner Scientifici



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore



crea
Consiglio per la ricerca in agricoltura
e l'analisi dell'economia agraria



ARPA PUGLIA



RETE RONSAS

PROGETTO RONSAS

Sperimentazione produzione gessi di defecazione
in linea depuratori di Barletta e Foggia e loro utilizzo in Puglia

Studiare l'impatto del biosolfato su specie fungine residenti nei suoli agrari
(Elisabetta Loffredo, UNIBA-DISSPA)

FUNGHI LIGNINOLITICI

I funghi ligninolitici sono i protagonisti del **ciclo del carbonio del suolo** e presentano una notevole capacità di **biodegradazione** di contaminanti organici (sia fenolici che non-fenolici) e di bioadsorbimento di metalli pesanti.

Trametes versicolor

Pleurotus ostreatus

Pleurotus eryngii

Stereum hirsutum

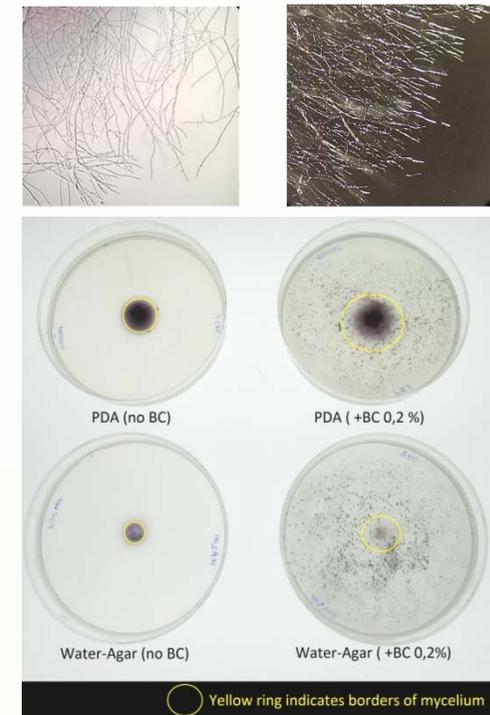


Studiare l'impatto del biosolfato su specie fungine residenti nei suoli agrari

FUNGHI LIGNINOLITICI

I due biosolfati verranno addizionati ad almeno tre concentrazioni al substrato di crescita di alcune specie fungine.

Substrato di crescita: PDA
 Concentrazioni di ciascun biosolfato: **1%, 2% e 5% (v/v)**
 Esperimenti replicati almeno 5 volte
 Tutti i dati di crescita saranno trattati statisticamente con l'analisi della varianza (ANOVA) ed i test di Duncan e delle minime differenze significative (LSD).



Analisi statistica dei dati e calcolo di indici sintetici di qualità del suolo (Anna Maria Stellacci, UNIBA-DISSPA)

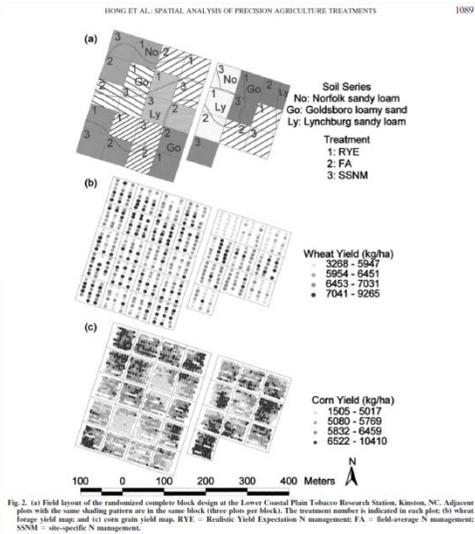
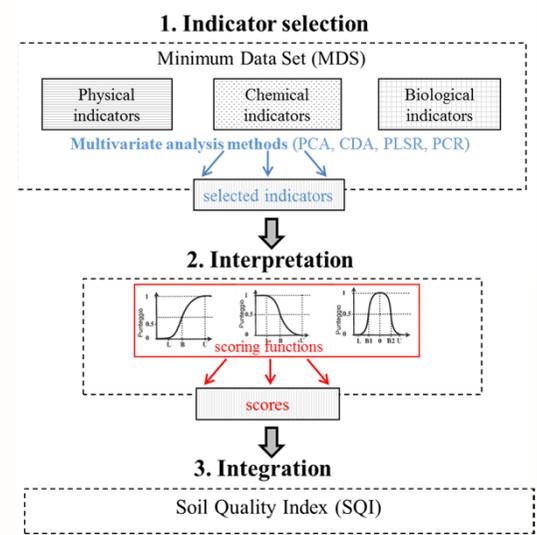
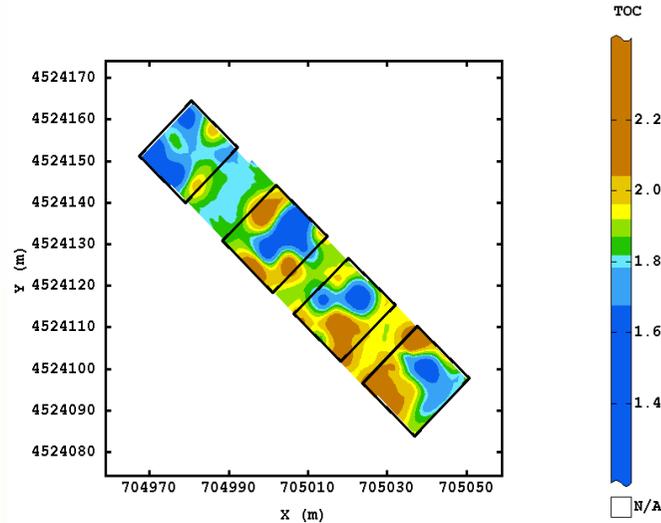
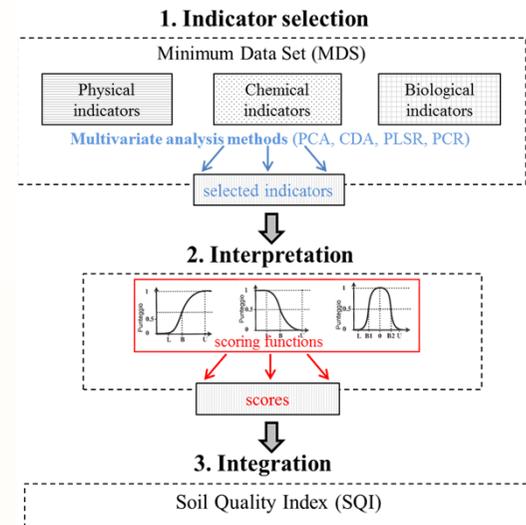
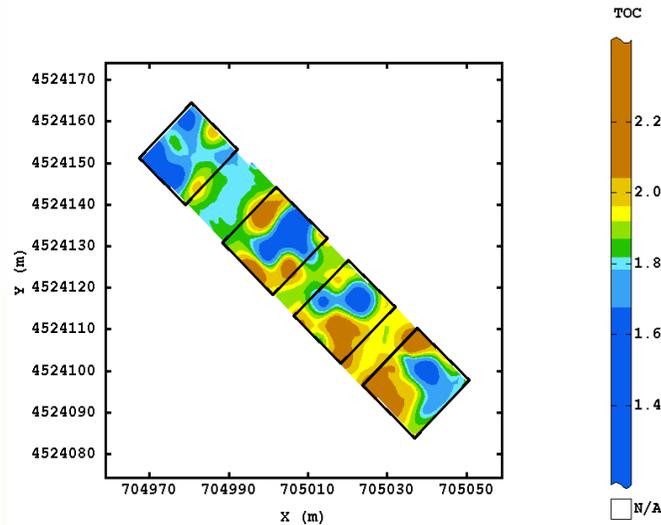
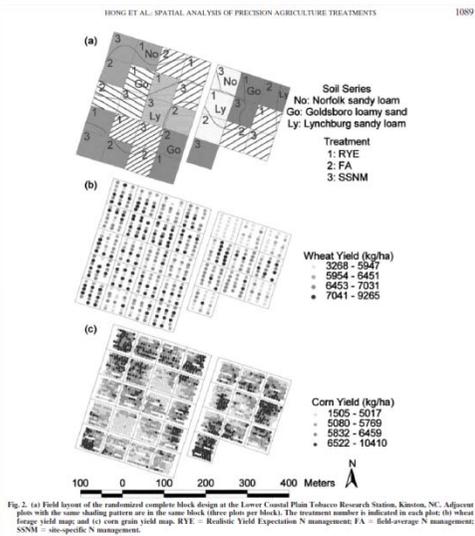


Fig. 2. (a) Field layout of the randomized complete block design at the Lower Coastal Plain Tobacco Research Station, Kinston, NC. Adjacent plots with the same shading pattern are in the same block. (b) Wheat yield map and (c) corn grain yield map. RYE = Realistic Yield Expectation N management; FA = field-average N management; SSNM = site-specific N management.



Analisi statistica dei dati e calcolo di indici sintetici di qualità del suolo (Anna Maria Stellacci, UNIBA-DISSPA)

- A. Impiego di metodi di analisi dei dati che consentono di tener conto della variabilità spaziale delle proprietà del suolo al fine di una corretta interpretazione dei risultati.
- B. Calcolo di indici sintetici di qualità del suolo (SQI).

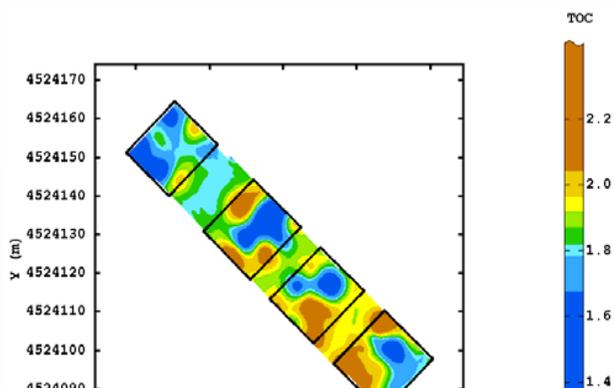


Studio dell'effetto del biosolfato sulle proprietà del suolo

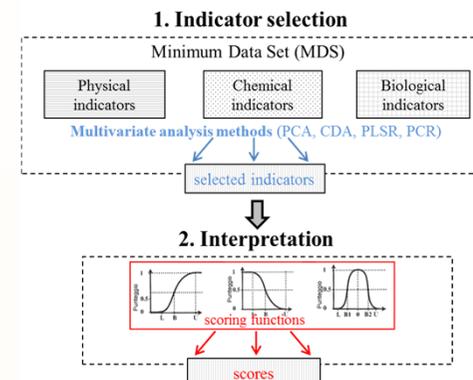


Modifica delle proprietà chimiche e fisiche del suolo

Indicatori principalmente influenzati e sintesi dei risultati ottenuti



Aspetti critici

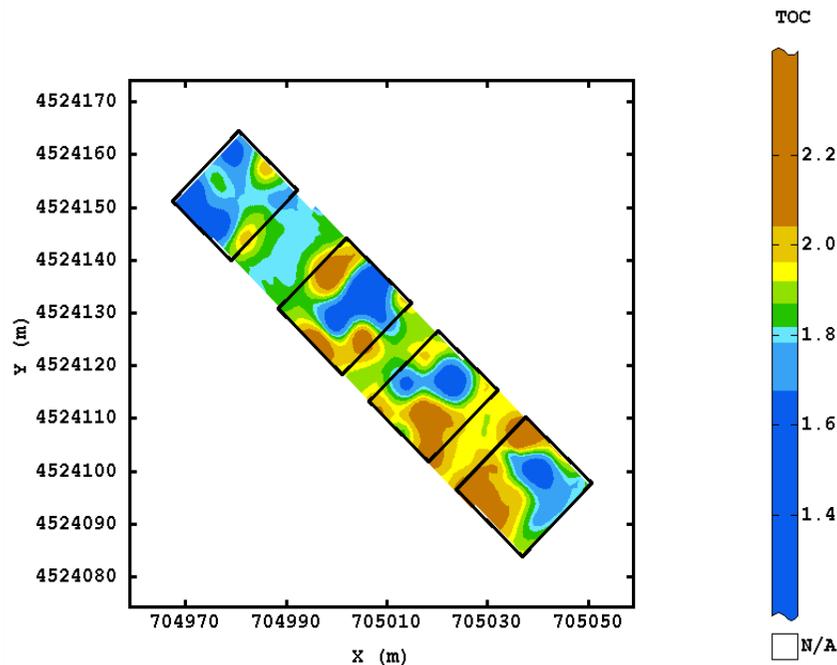


Eterogeneità del suolo e correlazione spaziale delle osservazioni

Numerosi indicatori con risultati ridondanti e talvolta contrastanti

Analisi statistica dei dati e calcolo di indici sintetici di qualità del suolo

A. Impiego di metodi avanzati di analisi dei dati che consentono di tener conto della variabilità spaziale delle proprietà del suolo al fine di una corretta interpretazione dei risultati.



La variabilità spaziale delle proprietà chimiche e fisiche del suolo e delle colture, se non opportunamente considerata, può:

- causare una non corretta applicazione dei test statistici;
- distorcere le stime della variabile principale.

Non corretta valutazione ed interpretazione dell'effetto del fattore in studio.

«Effetto del biosolfato sulle proprietà del suolo»



Semivariogramma dei residui o delle osservazioni

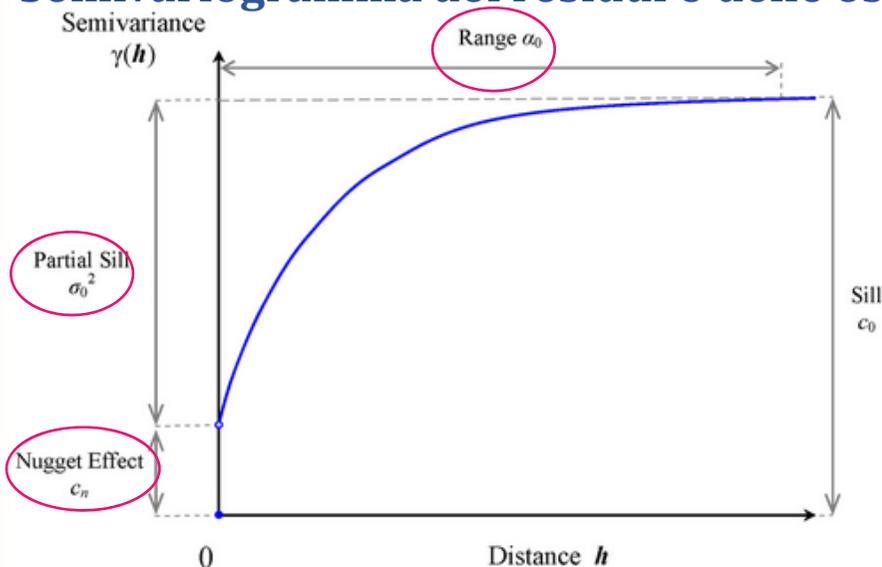


Table 95.2 Some Permissible Theoretical Semivariogram Models ($\alpha_0 > 0$)

Model Type	Semivariance
Exponential	$\gamma_z(\mathbf{h}) = \begin{cases} 0 & , \text{if } \mathbf{h} = 0 \\ c_n + \sigma_0^2 \left[1 - \exp\left(-\frac{ \mathbf{h} }{\alpha_0}\right) \right] & , \text{if } 0 < \mathbf{h} \end{cases}$
Gaussian	$\gamma_z(\mathbf{h}) = \begin{cases} 0 & , \text{if } \mathbf{h} = 0 \\ c_n + \sigma_0^2 \left[1 - \exp\left(-\frac{ \mathbf{h} ^2}{\alpha_0^2}\right) \right] & , \text{if } 0 < \mathbf{h} \end{cases}$
Power	$\gamma_z(\mathbf{h}) = \begin{cases} 0 & , \text{if } \mathbf{h} = 0 \\ c_n + \sigma_0^2 \mathbf{h}^{\alpha_0} & , \text{if } 0 < \mathbf{h} \end{cases}$
Spherical	$\gamma_z(\mathbf{h}) = \begin{cases} 0 & , \text{if } \mathbf{h} = 0 \\ c_n + \sigma_0^2 \left[\frac{3}{2} \frac{ \mathbf{h} }{\alpha_0} - \frac{1}{2} \left(\frac{ \mathbf{h} }{\alpha_0}\right)^3 \right] & , \text{if } 0 < \mathbf{h} \leq \alpha_0 \\ c_0, & , \text{if } \alpha_0 < \mathbf{h} \end{cases}$

$e \sim N(0, \sigma^2 \mathbf{I})$ *Independence model*

$e \sim N(0, \mathbf{R})$ $\mathbf{R} = \sigma_p^2 \mathbf{F} + \sigma_l^2 \mathbf{I}$ *Spatial error correlated model*

Attraverso approcci metodologici che tengono conto della autocorrelazione spaziale delle osservazioni e dei residui è possibile quantificare la componente strutturata spazialmente della varianza e considerarla nell'analisi dei dati.



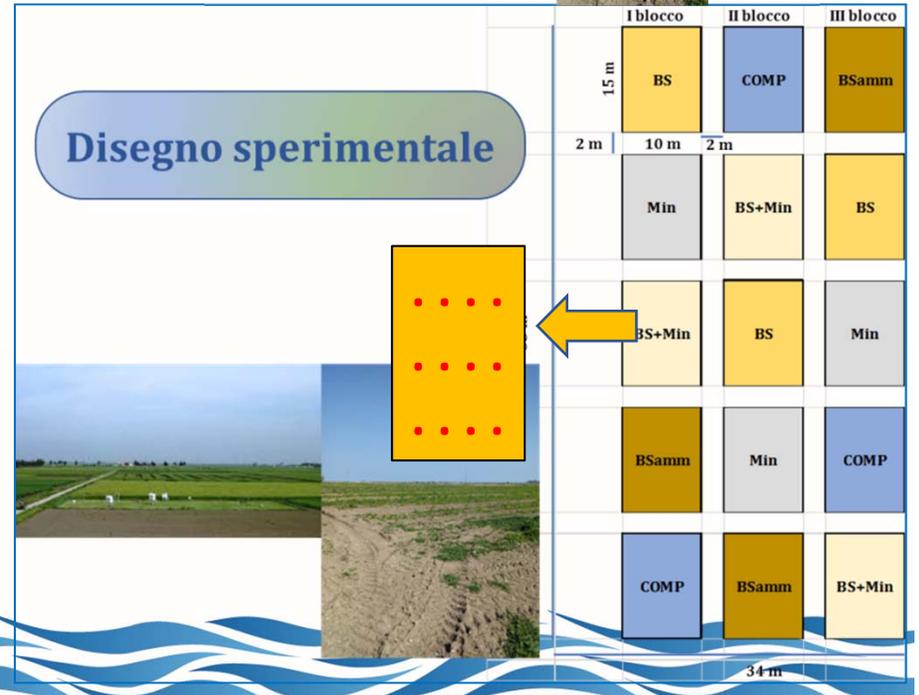
Analisi statistica dei dati e calcolo di indici sintetici di qualità del suolo

A. Impiego di metodi avanzati di analisi dei dati che consentono di tener conto della variabilità spaziale delle proprietà del suolo al fine di una corretta interpretazione dei risultati.



Nei siti oggetto di sperimentazione individuati, saranno:

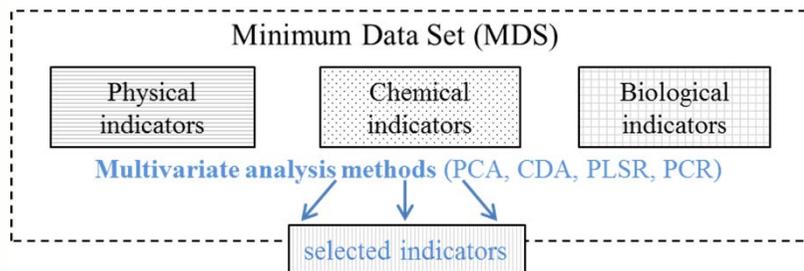
- raccolti campioni di terreno georiferiti (T0, T2);
- verificata l'esistenza e la significatività di correlazione spaziale tra le osservazioni ed i residui del modello regressivo classico (OLS);
- applicati e confrontati modelli misti spaziali e modelli regressivi classici al fine di individuare il modello più appropriato per l'analisi dei dati e l'interpretazione dei risultati.



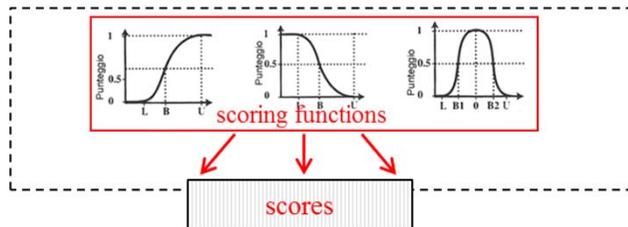
Analisi statistica dei dati e calcolo di indici sintetici di qualità del suolo

B. Calcolo di indici sintetici di qualità del suolo (SQI).

1. Indicator selection



2. Interpretation



3. Integration

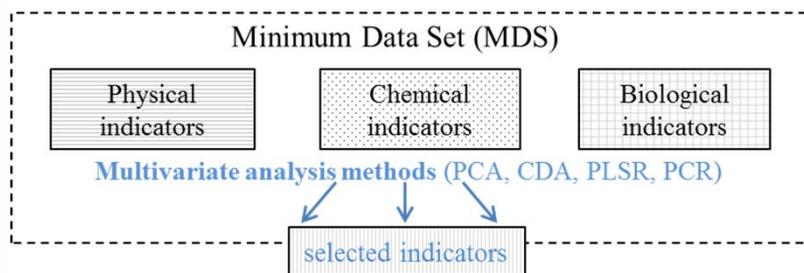
Soil Quality Index (SQI)



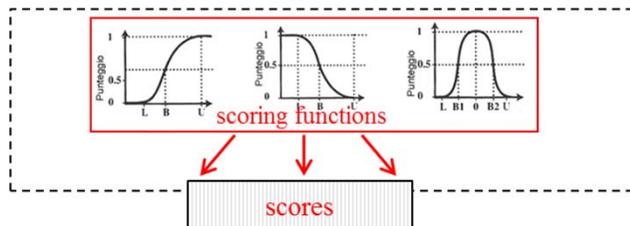
Analisi statistica dei dati e calcolo di indici sintetici di qualità del suolo

B. Calcolo di indici sintetici di qualità del suolo (SQI).

1. Indicator selection



2. Interpretation



3. Integration

Soil Quality Index (SQI)

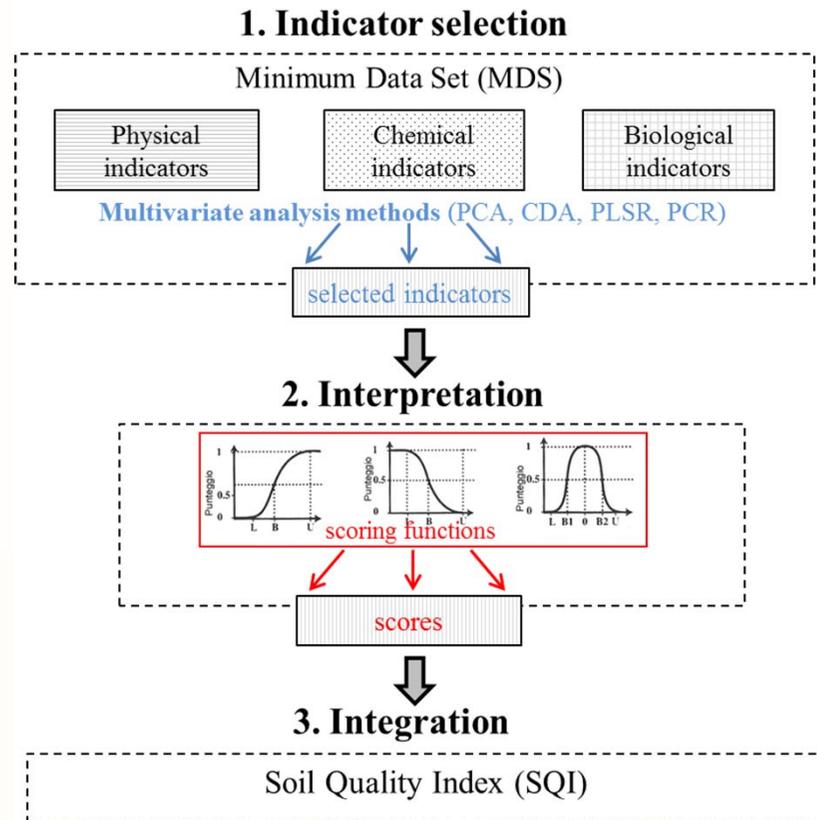
Indici Sintetici di Qualità del Suolo (SQIs)

Monitoring and research tools che consentono di includere, in un singolo valore standardizzato, una varietà di informazioni relative alle proprietà chimiche, fisiche, biologiche del suolo.

Strumento che favorisce la comprensione dei processi del suolo.

Analisi statistica dei dati e calcolo di indici sintetici di qualità del suolo

B. Calcolo di indici sintetici di qualità del suolo (SQI).

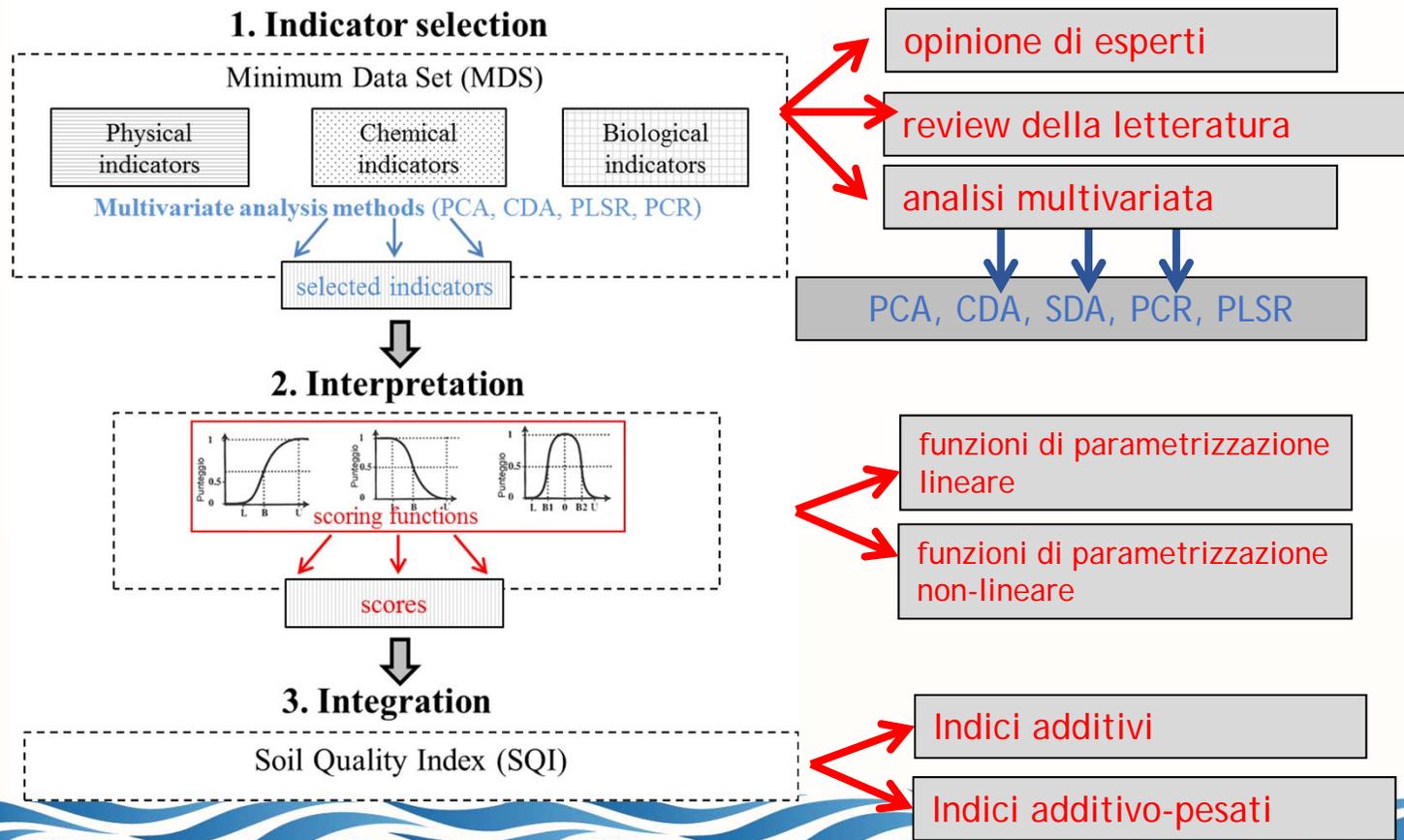


Il calcolo degli indici prevede le seguenti fasi:

- **selezione degli indicatori** chimici e fisici del suolo mediante tecniche di **analisi multivariata** (PCA e SDA) per la costituzione di un **minimum dataset (MDS)** di variabili;
- **normalizzazione degli indicatori selezionati** tramite opportune funzioni di scoring lineari o non lineari;
- **combinazione degli scores** degli indicatori normalizzati in un **indice additivo pesato (SQI)**.

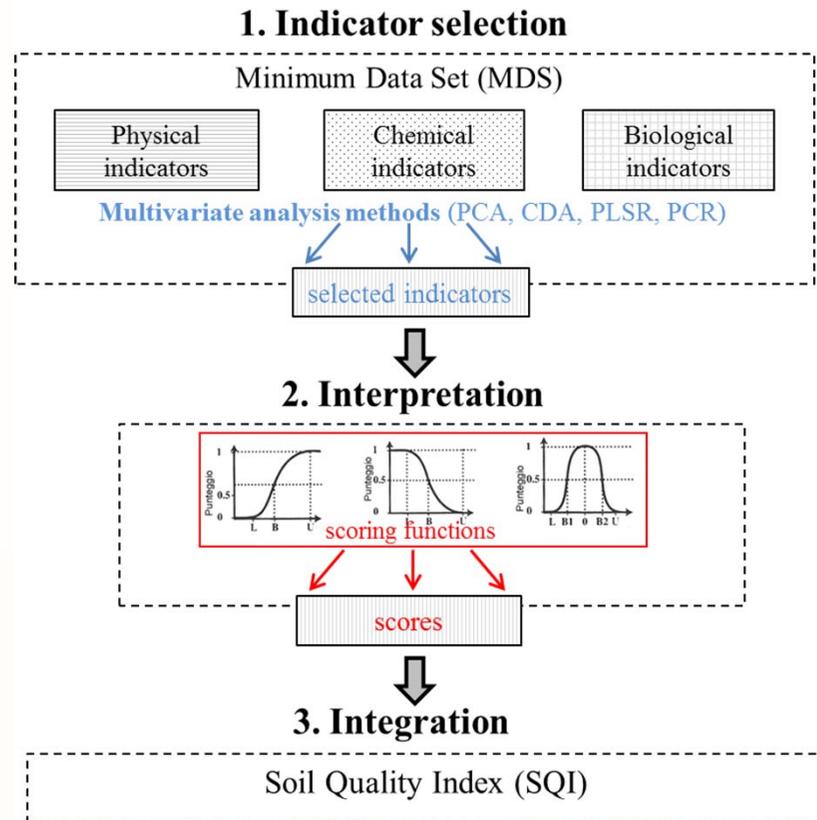
Analisi statistica dei dati e calcolo di indici sintetici di qualità del suolo

B. Calcolo di indici sintetici di qualità del suolo (SQI).



Analisi statistica dei dati e calcolo di indici sintetici di qualità del suolo

B. Calcolo di indici sintetici di qualità del suolo (SQI).



Il calcolo degli indici prevede le seguenti fasi:

- **selezione degli indicatori** chimici e fisici del suolo mediante tecniche di **analisi multivariata** (PCA e SDA) per la costituzione di un **minimum dataset (MDS)** di variabili;
- **normalizzazione degli indicatori selezionati** tramite opportune funzioni di scoring lineari o non lineari;
- **combinazione degli scores** degli indicatori normalizzati in un **indice additivo pesato (SQI)**.
- Gli indici di qualità del suolo (SQI) consentiranno di sintetizzare le informazioni relative all'effetto dei trattamenti confrontati sulla fertilità chimico-fisica del suolo.



Unione Europea



acquedotto pugliese
l'acqua, bene comune



REGIONE PUGLIA



Il futuro alla portata di tutti

Partner Industriali



Partner Scientifici



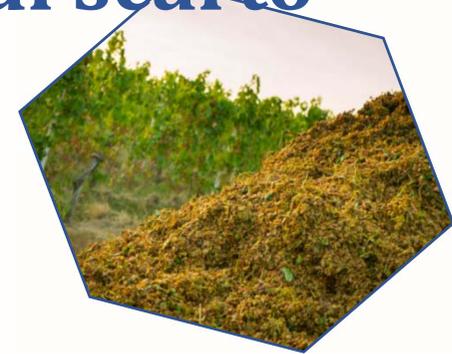
RETE RONSAS

PROGETTO RONSAS

Sperimentazione produzione gessi di defecazione in linea depuratori di Barletta e Foggia e loro utilizzo in Puglia



Recupero di Biomasse di scarto



Grazie per l'attenzione

Rita Leogrande (CREA-AA)
Elisabetta Loffredo (UNIBA - DISSPA)
Anna Maria Stellacci (UNIBA - DISSPA)
Maria Cristina De Mattia (ARPA Puglia)

