



ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

REGIONE
TOSCANA



ACQUIFERO DEL MONTE AMIATA

**MONITORAGGIO ARPAT
ANNI 2003 - 2018**

Valutazioni statistiche
per i parametri
maggiormente significativi



ACQUIFERO DEL MONTE AMIATA

MONITORAGGIO ARPAT ANNI 2003 - 2018

Valutazioni statistiche
per i parametri
maggiormente significativi

Firenze, gennaio 2021



ACQUIFERO DEL MONTE AMIATA

Monitoraggio ARPAT anni 2003 - 2018

Valutazioni statistiche per i parametri maggiormente significativi

Autori:

Luca Sbrilli - ARPAT, Settore Geotermia

Stefano Menichetti - ARPAT, Direzione generale, SIRA

Responsabile della stesura:

Ivano Gartner - ARPAT, Settore Geotermia

Collaboratori:

Gli operatori dei Dipartimenti, dell'Area Vasta Sud di ARPAT ed altri operatori ARPAT che hanno assicurato i sopralluoghi, i prelievi, le misure in campo, le analisi di laboratorio ed il supporto conoscitivo.

Editing: Settore Comunicazione, informazione e documentazione, ARPAT

ARPAT, Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

Via Nicola Porpora, 22 - 50144 Firenze - tel. 055 32061

www.arpat.toscana.it

ARPAT 2021

Sintesi

Il rapporto riferisce sui risultati del monitoraggio dell'acquifero vulcanitico del Monte Amiata, condotto su 10 emergenze, e contestualmente aggiorna l'analisi statistica dei trend già oggetto di elaborazione, per il periodo 2003-2018. Tali dati sono stati trattati con elaborazioni statistiche per definire gli andamenti nel tempo di elementi, composti e parametri chimico-fisici ritenuti di interesse per valutare lo stato chimico qualitativo della risorsa idrica (arsenico, boro, conducibilità, pH, solfati, cloruri).

Si ricorda che negli anni '90, e fino ai primi anni 2000, ARPAT eseguiva le prove di laboratorio su campioni prelevati da soggetti diversi, principalmente con finalità di prevenzione igienico-sanitaria (controlli finalizzati alla verifica della potabilità delle acque). I dati successivi al 2002 si riferiscono, invece, al piano di monitoraggio delle acque sotterranee promosso dalla Regione Toscana in ottemperanza al D.Lgs. 152/99. Su tali campioni ARPAT ha seguito direttamente l'intero processo di produzione del dato analitico, dal prelievo fino al risultato analitico delle prove.

Dopo approfondita analisi di cui è stato dato conto nei precedenti rapporti, pubblicati nella sezione "documentazione" del Sito Web dell'Agenzia, sono stati esclusi dalle elaborazioni statistiche i dati anteriori al 2003

Nel presente rapporto l'elaborazione dei trend ha seguito le recenti indicazioni delle Linee Guida CNR-SNPA 161/2017, "Linee guida per la valutazione delle tendenze ascendenti e d'inversione degli inquinanti nelle acque sotterranee (DM 6 luglio 2016)", con lo scopo di evidenziare in maniera robusta, tramite i test non parametrici proposti, la presenza di trend monotonici (Mann Kendall) con relativa retta di tendenza (Theil-Sen) sia generali sul periodo, sia relativi a sezioni distinte come separate da definiti punti di inversione (Pettitt).

Ulteriori elaborazioni statistiche delle serie temporali hanno riguardato gli aspetti quantitativi strettamente legati, come discusso nei precedenti report, alle concentrazioni di sostanze, utilizzando gli aggregati trimestrali del pluviometro di riferimento di Castel del Piano e dei piezometri David Lazzaretti e Santa Fiora (8).

Queste ultime hanno riguardato la decomposizione delle serie nelle componenti di trend, stagionale e random, l'analisi dell'autocorrelazione per il riconoscimento di possibili ciclicità pluriennale ed in ultimo la cross-correlazione tra la precipitazione, quale forzante idrologica primaria, e le risposte del sistema acquifero sia in termini di livelli piezometrici sia in termini di concentrazioni del parametro arsenico.

Infine, in Allegato si riportano, per ogni sorgente, i dati grezzi delle misure delle concentrazioni dei vari parametri e la relativa data di misura. A completamento si riportano alcuni dati basilari di elaborazione statistica e il grafico relativo alla variazione nel tempo delle misure effettuate.

Sommario

1 INTRODUZIONE.....	6
2 METODI ANALITICI UTILIZZATI.....	7
3 METODOLOGIA STATISTICA.....	10
4 RISULTATI.....	13
4.1 ANALISI DELLE TENDENZE E DEI PUNTI D'INVERSIONE.....	13
4.1.1 SORGENTE GALLERIA BASSA – SANTA FIORA (MAT-S143).....	13
4.1.2 SORGENTE GALLERIA ALTA – SANTA FIORA (MAT-S020).....	16
4.1.3 SORGENTE ENTE – ARCIDOSO (MAT-S010).....	19
4.1.4 SORGENTE CROGNOLO – CASTE DEL PIANO (MAT-S011).....	22
4.1.5 SORGENTE BURLANA – SEGGIANO (MAT-S021).....	25
4.1.6 SORGENTE ERMICCILOLO – CASTIGLIONE D'ORCIA (MAT-S045).....	28
4.1.7 POZZO PIAN DEI RENAI – ABBADIA SAN SALVATORE (MAT-P350).....	31
4.1.8 POZZO ACQUA GIALLA – ABBADIA SAN SALVATORE (MAT-P596).....	34
4.1.9 SORGENTE GALLERIA DRENANTE – PIANCASTAGNAIO (MAT-S050).....	37
4.1.10 SORGENTE VENA VECCHIA – PIANCASTAGNAIO (MAT-S049).....	41
4.2 DECOMPOSIZIONE ED ANALISI SERIE TEMPORALI DELL'ARSENICO.....	45
4.2.1 SORGENTE GALLERIA BASSA – SANTA FIORA (MAT-S143).....	45
4.2.2 SORGENTE GALLERIA ALTA – SANTA FIORA (MAT-S020).....	46
4.2.3 SORGENTE ENTE – ARCIDOSO (MAT-S010).....	47
4.2.4 SORGENTE CROGNOLO – CASTEL DEL PIANO (MAT-S011).....	48
4.2.5 SORGENTE BURLANA – SEGGIANO (MAT-S021).....	49
4.2.6 SORGENTE ERMICCILOLO – CASTIGLIONE D'ORCIA (MAT-S045).....	50
4.2.7 SORGENTE PIAN DEI RENAI – ABBADIA SAN SALVATORE (MAT-P350).....	51
4.2.8 SORGENTE ACQUA GIALLA – ABBADIA SAN SALVATORE (MAT-P596).....	52
4.2.9 SORGENTE GALLERIA DRENANTE – PIANCASTAGNAIO (MAT-S050).....	53
4.2.10 SORGENTE VENA VECCHIA – PIANCASTAGNAIO (MAT-S049).....	54
4.3 DECOMPOSIZIONE ED ANALISI SERIE TEMPORALI PIOGGE E LIVELLI.....	55
4.4 RAPPORTI TRA STATO CHIMICO E STATO QUANTITATIVO.....	59
4.4.1 Correlazione tra piogge e livelli piezometrici.....	59
4.4.2 Correlazione tra piogge e tenori di arsenico alle sorgenti.....	60
5 CONCLUSIONI.....	64

1 INTRODUZIONE

Sono rappresentati i risultati del monitoraggio e la loro elaborazione statistica al fine di definire gli andamenti nel tempo di elementi, composti e parametri chimico-fisici ritenuti d'interesse per valutare lo stato qualitativo della risorsa idrica (arsenico, boro, conducibilità, pH, solfati, cloruri). Per altri parametri, che sarebbero stati ugualmente di interesse (ammoniaca, nitriti, nitrati), non è disponibile un set di dati utile a definire gli andamenti nel tempo, stante che i valori rilevati sono o sistematicamente inferiori al limite di rivelabilità (ammoniaca, nitriti), o presenti a concentrazione molto bassa.

Per quanto discusso nei precedenti rapporti ARPAT¹ (2014), la valutazione dei trend si limita al periodo successivo al 2002 e si basa su dati che si riferiscono al piano di monitoraggio delle acque sotterranee, promosso dalla Regione Toscana in ottemperanza al D.Lgs. 152/99. I precedenti rapporti, infatti, hanno reso evidente come l'elevata variabilità dei dati ante 2002, seppure poco numerosi, ingeneri difficoltà nell'interpretazione dei grafici temporali con esiti, talvolta, controversi.

Nel rapporto è compresa una valutazione dei trend sulle variabili quantitative della risorsa, rappresentate dagli aggregati trimestrali delle precipitazioni del pluviometro di Castel del Piano e dei livelli piezometrici dei piezometri Santa Fiora e David Lazzaretti.

Nella figura è riportata la posizione dei punti di monitoraggio per i quali è stata eseguita l'elaborazione statistica. I dati del monitoraggio dell'acquifero amiatino, come quelli degli altri corpi idrici sotterranei significativi della Toscana, sono liberamente consultabili e scaricabili dalla banca dati ARPAT del monitoraggio ambientale delle acque sotterranee - MAT².

Ugualmente i dati pluviometrici e freaticimetrici sono liberamente consultabili e scaricabili dal portale del Servizio Idrologico della Regione Toscana³.

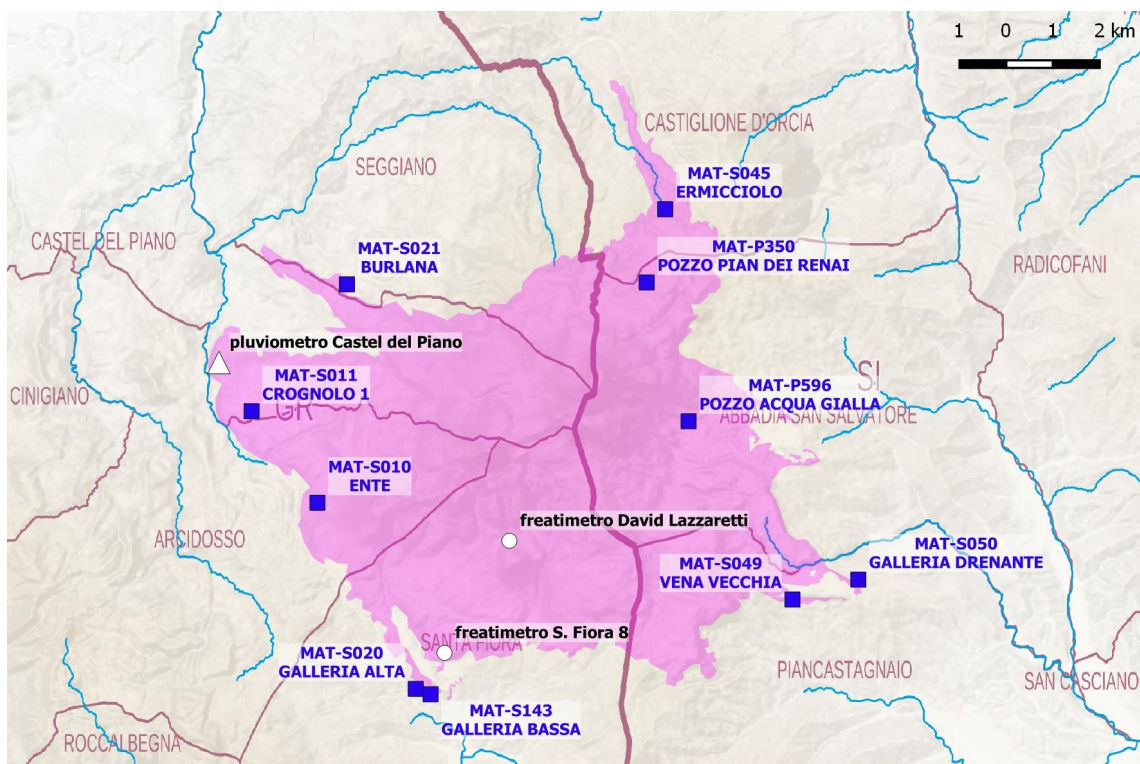


Figura 1: Inquadramento dell'acquifero vulcanico del M. Amiata ed ubicazione dei pozzi e sorgenti monitorate e stazioni pluviometriche e freaticimetriche

¹ <http://www.arp.at.toscana.it/documentazione/catalogo-pubblicazioni-arp.at/acquifero-del-monte-amiata-monitoraggio-arp.at-anni-1998-2012?searchterm=amiata>

² <http://www.arp.at.toscana.it/datiemappe/banche-dati/monitoraggio-ambientale-acque-sotterranee/>

³ <http://www.sir.toscana.it/>

2 METODI ANALITICI UTILIZZATI

Le determinazioni analitiche sui campioni prelevati sono state eseguite presso il Dipartimento ARPAT di Grosseto fino al 2010. Dopo il 2010 i campioni sono stati processati dal Laboratorio di Pisa e successivamente, a partire dal 2012, le prove sono state trasferite definitivamente al laboratorio di Area vasta Sud presso il Dipartimento provinciale ARPAT di Siena.

Nella tabella che segue sono riepilogati i metodi applicati.

PARAMETRI	METODI
Arsenico	UNI EN ISO 17294-2: 2016
Boro	UNI EN ISO 17294-2: 2016
Conducibilità	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003
PH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
Solfati	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Cloruri	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003

3 METODOLOGIA STATISTICA

Gli strumenti utilizzati per le elaborazioni statistiche sono rappresentati dal programma open source R e in particolare dai pacchetti “trend⁴” e “time series⁵”.

L’elaborazione, condotta sul periodo 2003-2018 per complessivi 16 anni, è basata sulle recenti “Linee guida per la valutazione delle tendenze ascendenti e d’inversione degli inquinanti nelle acque sotterranee (DM 6 luglio 2016)” (CNR e SNPA, 2018⁶).

Occorre premettere che le LG in oggetto hanno l’obiettivo della valutazione di tendenze ascendenti o d’inversione di inquinanti antropici delle acque sotterranee, condizione che non corrisponde al caso studio dell’Amiata, dove è nota l’origine naturale del contaminante più critico, l’arsenico.

Tuttavia, sia in ragione del ruolo strategico del complesso acquifero di grande produttività, ma con concentrazioni di arsenico talvolta superiori al limite di potabilità, sia per le temute e discusse interferenze del sistema profondo di estrazione geotermica (Borgia *et al.* 20141, Barazzuoli *et al.* 20152), esiste un alto interesse per la valutazione dei trend nell’acquifero amiatino.

Il corpo idrico è, infatti, considerato cautelativamente a rischio e sottoposto ad un monitoraggio operativo di frequenza trimestrale.

La metodologia proposta dalle LG per i corpi idrici a rischio è riportata nella figura seguente ed è basata su elaborazioni statistiche robuste, di tipo non parametrico (test Pettitt, test Mann Kendall, retta Theil Sen con livello di significatività pari a 0,1). In ultimo, gli esiti dell’analisi dei trend e d’inversione condotti sulle singole stazioni sono estrapolati all’intero corpo idrico secondo la soglia di significatività del 20% dell’estensione del corpo idrico (volume/area di competenza delle stazioni o semplicemente 1/n) già indicata per la definizione dello stato chimico.

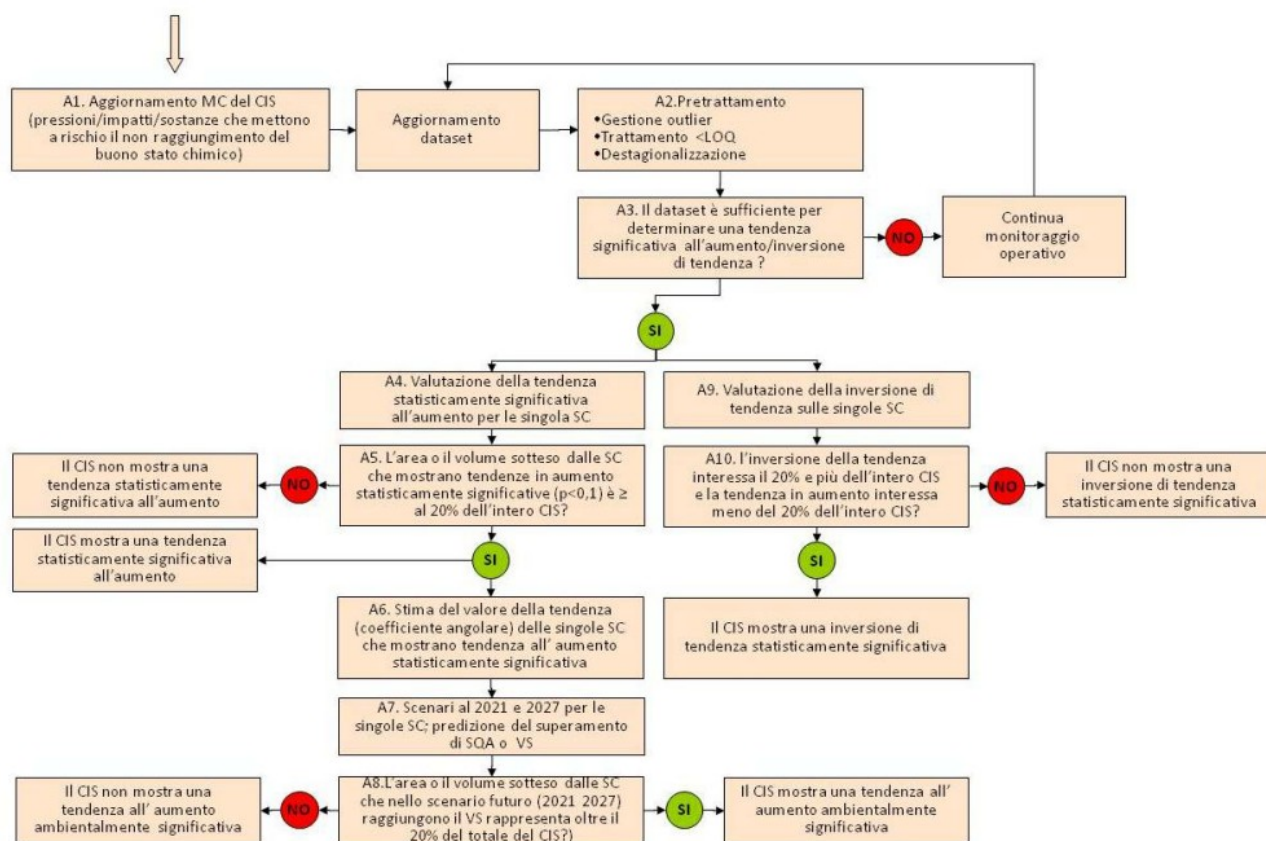


Figura 2: Schema della procedura per la valutazione delle tendenze ascendenti e d’inversione dei trend inquinanti per i CIS definiti a rischio

⁴ R package trend “Non-Parametric Trend Tests and Change-Point Detection” July 30, 2018

⁵ R package tseries “Time Series Analysis and Computational Finance” November 19, 2018

⁶ ISPRA, Manuali e Linee Guida 161/2017 ISBN 978-88-448-0844-0

Lo scopo dell'elaborazione statistica qui riportata è stato quello di valutare, in termini oggettivi, l'andamento nel tempo (tendenza o trend) delle concentrazioni rilevate nelle acque, al fine di individuare eventuali incrementi e/o diminuzioni statisticamente significativi.

L'analisi statistica ha riguardato anche le variabili quantitative (precipitazioni e livello piezometrico) con l'obiettivo di mettere in evidenza cicli pluriennali e correlazioni, in particolare con le concentrazioni di arsenico.

In presenza di dati omogeneamente distribuiti tra i trimestri, non si è proceduto nella destagionalizzazione indicata dalle LG, mantenendo l'intero set a vantaggio della rappresentatività e significatività statistica.

Le serie temporali sono state preliminarmente sottoposte ad una statistica descrittiva delle distribuzioni con test di Shapiro (livello di significatività per il rifiuto dell'ipotesi nulla di normalità lognormalità non inferiore a 0,05) riportata in tabella e completata con la riproduzione dei diagrammi box-plot.

Successivamente, la procedura adottata per ciascuna serie temporale supportata dal pacchetto trend di R dei sei parametri qualitativi esaminati, è così riassunta:

1. **verifica** della presenza di un **trend monotónico** sull'intero periodo attraverso il test di **Mann Kendall** con livello di significatività del 10%:
 - in **caso positivo** è determinata la **retta di Theil Sen**;
2. **verifica** della presenza di un **punto di inversione** all'interno della serie, tramite il test di **Pettitt**;
 - in **caso positivo** si è provveduto a **separare** la serie nelle sezioni precedenti “pre” e posteriori “pos” al punto di cambiamento:
 - in presenza di un numero sufficiente di osservazioni nelle due sezioni, distintamente, è condotta un'ulteriore **verifica** della presenza di **trend monotónici**, tramite test di **Mann Kendall**,
 - in **caso positivo**, è determinata anche qui la corrispondente **retta di Theil Sen** sulla **distinta sezione**.

Le elaborazioni del trend sono riassunte in tabella e riprodotte in plot temporali. Nella tabella gli esiti statisticamente significativi sono evidenziati in **grassetto**, con **aumenti** in **rosso** e **diminuzioni** in **blu**. Nei casi di tendenze non significative o dati insufficienti, la presunta stazionarietà è evidenziata dal **grassetto** per il **valore mediano** del periodo.

Rispetto ai precedenti report di valenza statistica sul monitoraggio delle sorgenti del Monte Amiata, la **presente metodologia** ha il vantaggio di illustrare ugualmente i trend nell'arco temporale analizzato e, considerata però la progressiva crescita ed estensione dei periodi, di **mettere in evidenza** eventuali **punti significativi di cambiamento** delle **tendenze**.

Una **ulteriore novità** rispetto ai precedenti report ha riguardato l'applicazione di una particolare metodologia di analisi delle serie temporali che procede nella **decomposizione** della **serie** in distinte componenti denominate “**trend**”, “**seasonal**” e “**random**”. Sulla prima componente “trend”, isolata dalle altre componenti di disturbo, casuali e legate alla stagionalità, è così possibile indagare con maggiore efficacia sull'esistenza di trend pluriennali.

Una prima analisi è quella dell'**autocorrelazione**: si tratta di una determinazione ripetuta del coefficiente di correlazione tra la serie ed una sua replica spostata nel tempo di ripetuti intervalli temporali. Il diagramma della funzione di autocorrelazione che ne risulta può esprimere ben definiti massimi in corrispondenza di distinte **periodicità pluriennali**.

Una seconda analisi che riguarda variabili legate da un rapporto di causa-effetto (pioggia > freaticmetria, freaticmetria > concentrazioni) è, infine, quella **cross-correlazione**. In questo caso, il calcolo del coefficiente di correlazione con spostamento di una serie rispetto all'altra di ripetuti

intervalli temporali si realizza tra le due diverse variabili. Il diagramma esprimerà adesso, sempre in corrispondenza dei massimi della funzione di cross-correlazione risultante, possibili **tempi di ritardo** di una serie rispetto all'altra.

Quest'ulteriore strumento di analisi statistica delle serie temporali, supportata dal pacchetto time series di R, è stata applicata a:

- **serie temporali delle concentrazioni di arsenico sulle 10 stazioni;**
- **forzante idrologica primaria, rappresentata dalle precipitazioni registrate alla stazione del Servizio Idrologico di Castel del Piano,**
- **stato quantitativo del corpo idrico come rappresentato dalle registrazioni dei freatimetri S. Fiora 8 (attivo dal 2009) e profondo David Lazzaretti (attivo dal 2011)**

4 RISULTATI

4.1 ANALISI DELLE TENDENZE E DEI PUNTI D'INVERSIONE

4.1.1 SORGENTE GALLERIA BASSA – SANTA FIORA (MAT-S143)

Nella tabella sono riportate le statistiche descrittive per i sei parametri analizzati.

PARAMETRO_NOME	N	min	max	median	mean	CV	pnorm	meanlog	CVlog	plognorm
ARSENICO - µg/L	54	4,7	11	9	8,8E+00	1,2E-01	3,0E-07	8,7E+00	6,4E-02	7,0E-09
BORO - µg/L	54	40	130	74	7,3E+01	1,9E-01	3,8E-04	7,2E+01	4,5E-02	1,6E-03
CLORURO - mg/L	51	6,1	8,9	7,5	7,5E+00	7,9E-02	8,4E-01	7,5E+00	4,0E-02	5,2E-01
SOLFATO - mg/L	50	2,7	6,6	4,2	4,3E+00	1,6E-01	1,2E-01	4,2E+00	1,1E-01	5,3E-01
CONDUTTIVITA' - µS/cm a 20°C	50	77	126,1	95,7	9,6E+01	1,1E-01	5,4E-02	9,6E+01	2,3E-02	1,0E-01
PH - unità pH	50	6,4	8,1	7,015	7,0E+00	4,6E-02	7,7E-02	7,0E+00	2,4E-02	1,2E-01

Tabella 1: MAT-S143 GALLERIA BASSA - statistiche parametri di qualità (*N* numero dei valori, *min* minimo, *max* massimo, *median* mediana, *mean* media, *CV* coefficiente di variazione, *p norm* probabilità test normalità Shapiro Wilk, *meanlog* media logaritmica, *Cvlog* coefficiente di variazione si base logaritmica, *plognorm* probabilità test normalità Shapiro Wilk)

Si osserva come le distribuzioni, con l'eccezione di arsenico e boro, risultino tutte di tipo normale o lognormale (valori di *p norm* e *plog norm* > 0,05). Nella successiva Figura 3 si riportano i diagrammi boxplot per tutti e 6 i parametri. Attraverso i diagrammi boxplot è infatti possibile apprezzare il maggior numero di outlier per questi due parametri rispetto agli altri ed una variabilità (escursione tra valore massimo e minimo misurati) contenuta. Le distribuzioni risultano in generale simmetriche, con l'eccezione del cloruro ed in minor misura del solfato.

Nella tabella 2 sono riportati i risultati dell'analisi delle tendenze e punti di inversione. In linea generale sull'intero **periodo** si rilevano tendenze significative all'**aumento** per **arsenico**, **boro**, **cloruri** e **solfati** (*pvalue* < 0,1 e *slope* positive). Una **diminuzione** si ottiene per **conduttività** (*pvalue* < 0,1 *slope* negativa).

Le serie temporali hanno mostrato, con l'eccezione del pH, punti significativi di cambiamento (*pvalue_ptt* < 0,1) nel **2008** e **2010** per **solfati** e **cloruri** rispettivamente, nel **2012** per **conduttività** e **2015** per **arsenico** e **boro**.

Nelle sezioni recenti (*pos*) si ha tendenza all'**aumento** per i soli cloruri (*pvalue_pos* < 0,1 *slope* positiva).

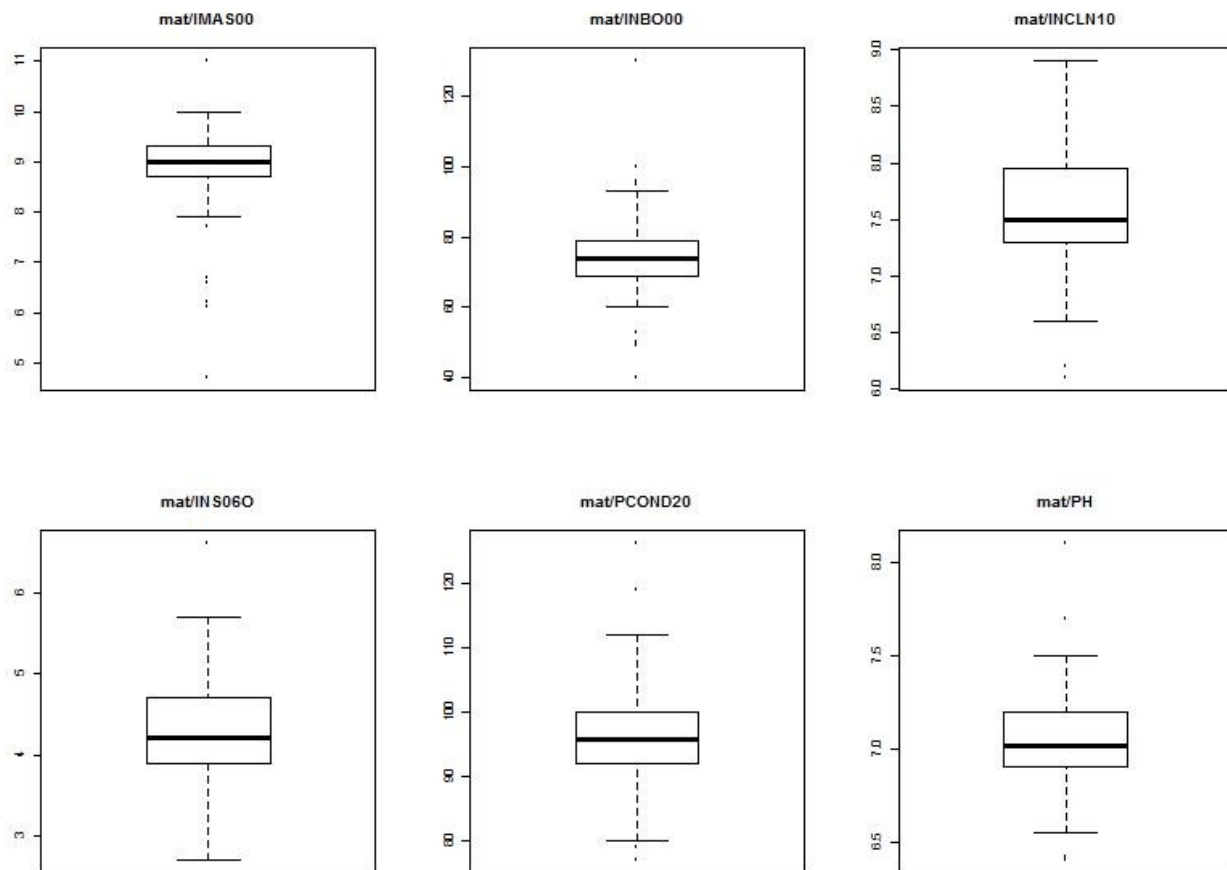


Figura 3: MAT-SI43 GALLERIA BASSA - boxplot dei parametri di qualità (IMAS00 arsenico, INBO00 boro, INCLN10 cloruro, INS06O solfati, PCOND20 conduttività, PH pH.)

parametro	periodo	anni	median	pvalue	slope	change_time	pvalue_ptt	med_pre	pvalue_pre	slope_pre	med_pos	pvalue_pos	slope_pos
ARSENICO - µg/L	2003-2018	16	9,0E+00	4,1E-04	1,5E-02	2015,25	8,7E-03	8,7E+00	3,3E-01		9,4E+00	9,7E-01	
BORO - µg/L	2003-2018	16	7,4E+01	9,0E-02	1,1E-01	2015,00	1,1E-02	7,1E+01	3,7E-01		7,8E+01		
CLORURO - mg/L	2003-2018	16	7,6E+00	2,8E-14	3,2E-02	2010,00	2,0E-08	6,8E+00	1,3E-05	3,6E-02	7,7E+00	6,2E-03	2,0E-02
SOLFATO - mg/L	2003-2018	16	4,2E+00	4,0E-03	1,3E-02	2008,75	6,9E-03	3,7E+00	1,4E-01		4,4E+00	6,1E-01	
CONDUTTIVITA' - µS/cm a 20°C	2003-2018	15	9,6E+01	4,7E-02	-1,5E-01	2012,25	3,0E-02	9,8E+01	8,7E-02	3,1E-01	9,3E+01	1,8E-01	
PH - unità pH	2003-2018	15	7,0E+00	9,5E-01									

Tabella 2: MAT-SI43 GALLERIA BASSA - risultati analisi tendenze e punti d'inversione periodo intervallo temporale serie, anni numero anni con osservazioni, median valore mediano della serie, pvalue probabilità test Mann Kendall (trend significativo per $p < 0,1$), slope pendenza mg/L*anno retta Thei Sen, change_time punto significativo, frazione di anno, per il cambiamento nella serie da test di pettitt, pvalue_ptt probabilità test Pettitt (punto significativo di cambiamenti per $p < 0,1$), med_pre valore mediano sezione precedente il punto d'inversone (pre), pvalue_pre..., slope_pre ..., med_pos valore mediano sezione posteriore al punto d'inversone (pos), pvalue_pos..., slope_pos ...,

Nei plot successivi sono diagrammate le tendenze e i punti di cambiamento prima descritti e riportati in tabella. Andamenti molto simili sono mostrati da arsenico e boro e da cloruro e solfato.

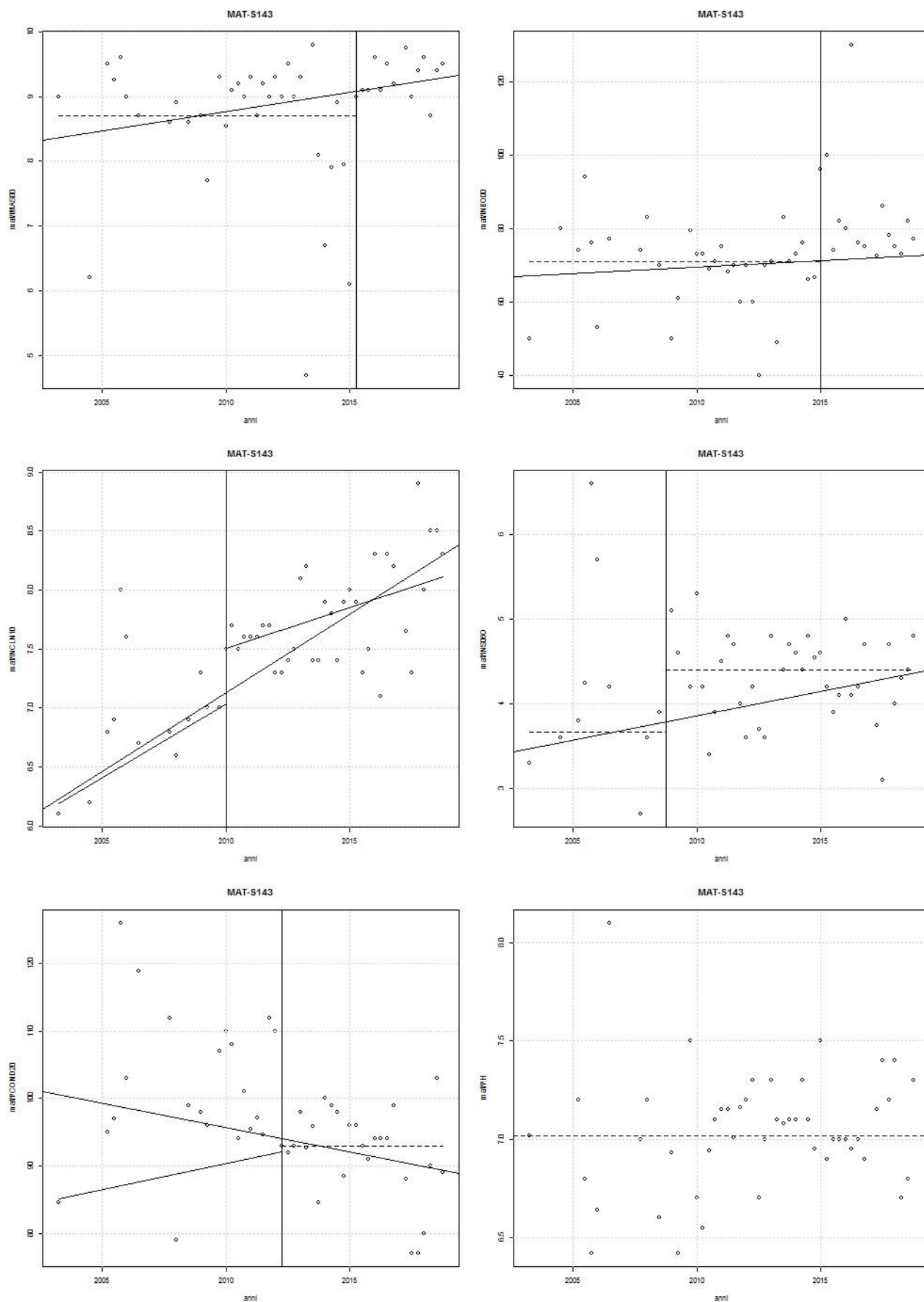


Figura 4: MAT-S143 GALLERIA ALTA – plot temporali analisi delle tendenze e punti di inversione (linea verticale = punto significativo di cambiamento, segmento a tratto intero = linea di tendenza significativa , linea orizzontale tratteggiata = assenza di trend in intercetta su valore mediano)

4.1.2 SORGENTE GALLERIA ALTA – SANTA FIORA (MAT-S020)

Nella tabella 3 sono riportate le statistiche descrittive per i sei parametri analizzati.

PARAMETRO_NOME	N	min	max	median	mean	CV	pnorm	meanlog	CVlog	plognorm
ARSENICO - $\mu\text{g/L}$	64	6	11	9,3	9,2E+00	8,7E-02	2,4E-06	9,1E+00	4,3E-02	5,7E-08
BORO - $\mu\text{g/L}$	64	-10	130	74	7,2E+01	2,2E-01	2,1E-05	7,0E+01	7,3E-02	4,4E-11
CLORURO - mg/L	60	4,9	9,7	6,8	6,8E+00	1,0E-01	6,8E-05	6,8E+00	5,0E-02	6,3E-04
SOLFATO - mg/L	59	2,4	16	3,5	4,0E+00	5,2E-01	2,6E-14	3,8E+00	2,2E-01	3,8E-11
CONDUTTIVITA' - $\mu\text{S/cm}$ a 20°C	60	72	119	87,35	8,9E+01	1,0E-01	5,9E-04	8,9E+01	2,2E-02	5,5E-03
PH - unità pH	60	6,5	9,9	7	7,1E+00	6,7E-02	3,3E-10	7,1E+00	3,1E-02	8,0E-09

Tabella 3: MAT-S020 GALLERIA ALTA - statistiche parametri qualità

Come verificato dai bassi livelli di significatività ottenuti dai test di Shapiro, per normalità o lognormalità, i parametri qualitativi di Galleria Alta esibiscono tutti distribuzioni non normali né lognormali. La rappresentazione delle distribuzioni tramite boxplot mostra, in alcuni casi, moderate asimmetrie (destre per conducibilità, solfati e pH sinistre per i soli cloruri) e generale presenza di numerosi outliers.

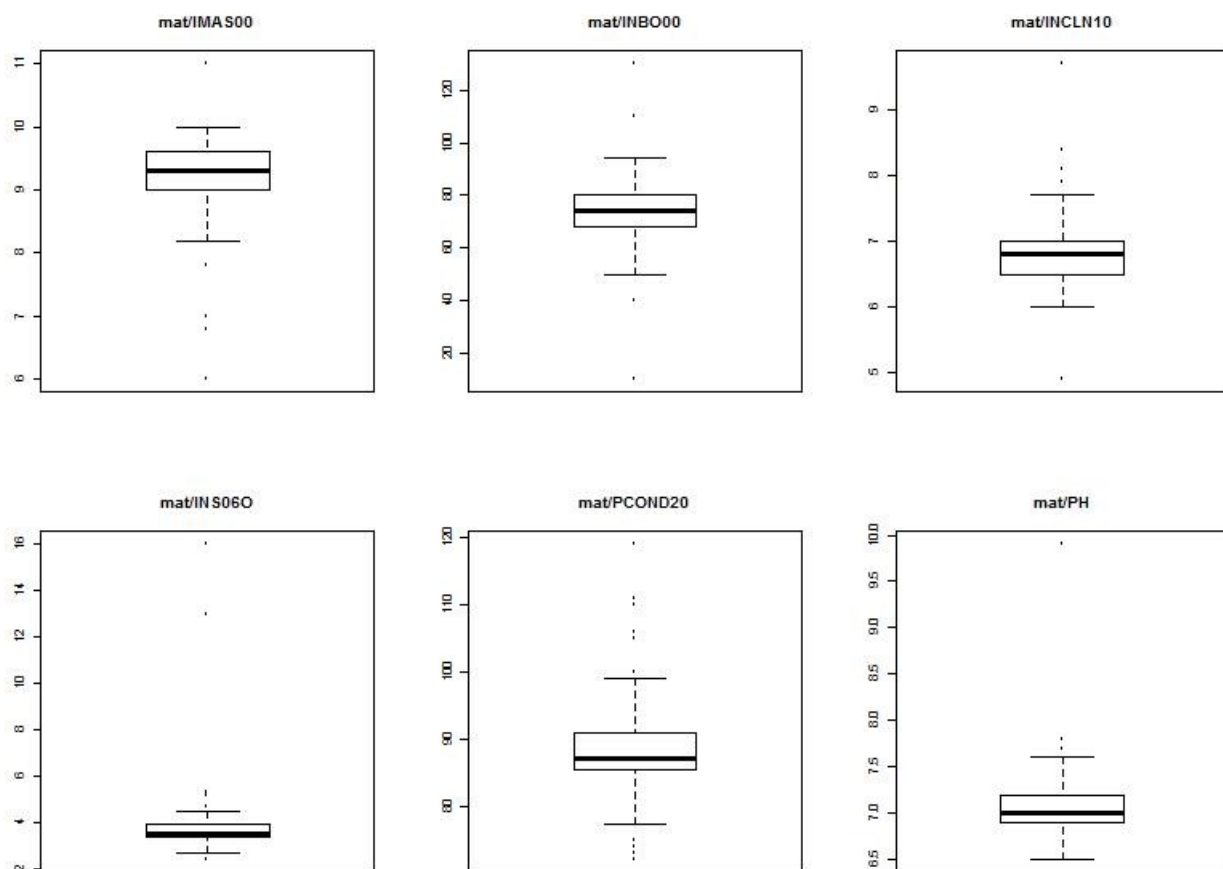


Figura 5: MAT-S020 GALLERIA ALTA - boxplot dei parametri analizzati

Nella tabella 4 e plot successivi sono riportati i risultati dell'analisi delle tendenze e punti di inversione. Per il **periodo intero** si rilevano tendenze significative all'**aumento** per **arsenico**, **boro**, **cloruri** e **solfati** che presentano $p \text{ value} < 0,1$ e slope positiva.

Viceversa, per quanto concerne la **conduttività** si rileva una $p \text{ value} < 0,1$ e slope negativa dimostrando la presenza di una tendenza alla **diminuzione**.

Le serie temporali hanno mostrato, in tutti i casi, punti significativi di cambiamento in corrispondenza della prima metà del **2015** per **arsenico e boro**, metà **2008** per **solfati e pH**, fine **2009** e fine **2010** per, rispettivamente, **conducibilità e cloruri**.

Nelle sezioni più recenti (**pos**) si hanno tendenze all'**aumento** per **cloruri e pH** mentre nelle sezioni precedenti **aumenti** sempre per **cloruri e conducibilità**.

Si notano similarità, nel complesso, soprattutto per arsenico e boro, stazionari e con tenori più bassi nel periodo pre 2015.

parametro	periodo	anni	median	pvalue	slope	change_time	pvalue_ptt	med_pre	pvalue_pre	slope_pre	med_pos	pvalue_pos	slope_pos
ARSENICO - µg/L	2002-2018	17	9,3E+00	1,6E-02	8,9E-03	2015,25	1,9E-02	9,2E+00	8,8E-01		9,8E+00		
BORO - µg/L	2002-2018	17	7,4E+01	3,5E-03	1,8E-01	2015,00	4,2E-03	7,0E+01	6,5E-01		7,9E+01		
CLORURO - mg/L	2002-2018	17	6,8E+00	4,7E-13	2,1E-02	2009,50	1,1E-07	6,3E+00	2,1E-05	2,0E-02	7,0E+00	8,9E-03	1,8E-02
SOLFATO - mg/L	2002-2018	17	3,5E+00	2,1E-04	1,1E-02	2008,25	6,5E-03	3,4E+00	1,4E-01		3,7E+00	3,2E-01	
CONDUTTIVITA' - µS/cm a 20°C	2002-2018	17	8,7E+01	1,8E-02	-8,8E-02	2010,50	1,3E-03	9,3E+01	4,6E-03	4,2E-01	8,6E+01	6,9E-01	
PH - unità pH	2002-2018	17	7,0E+00	1,8E-01		2008,25	4,8E-02	7,1E+00	1,0E+00		7,0E+00	9,4E-02	4,0E-03

Tabella 4: MAT-S020 GALLERIA ALTA - risultati analisi tendenze e punti d'inversione

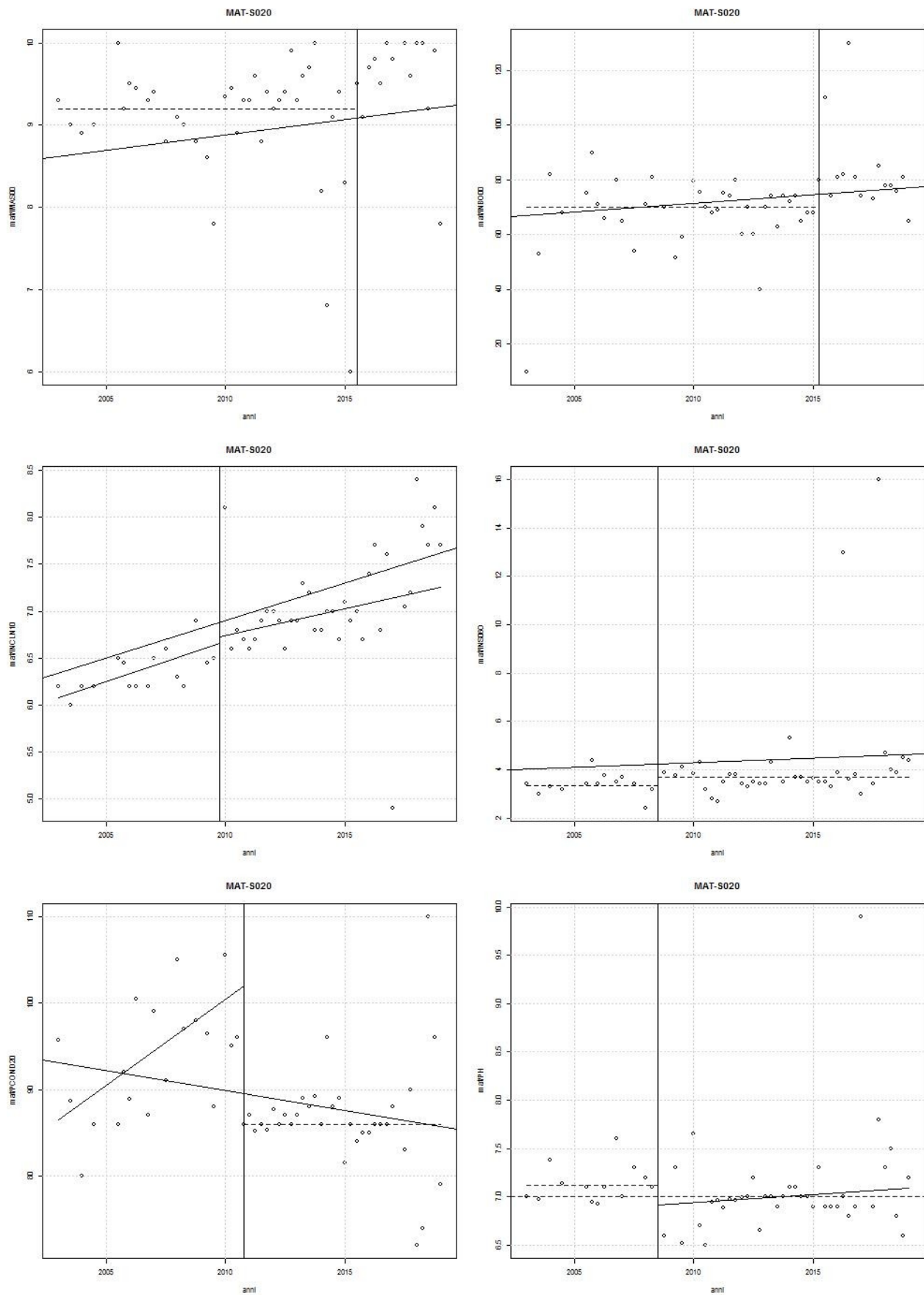


Figura 6: MAT-S020 GALLERIA ALTA – plot temporali analisi tendenze e punti d'inversione

4.1.3 SORGENTE ENTE – ARCIDOSSO (MAT-S010)

Nella tabella 5 sono riportate le statistiche descrittive per i sei parametri analizzati.

PARAMETRO_NOME	N	min	max	median	mean	CV	pnorm	meanlog	CVlog	plognorm
ARSENICO - µg/L	56	2,3	14	11,9	1,1E+01	1,9E-01	3,4E-09	1,1E+01	1,2E-01	5,3E-12
BORO - µg/L	56	-10	110	78	7,5E+01	2,0E-01	1,0E-04	7,3E+01	7,5E-02	2,9E-11
CLORURO - mg/L	52	6,2	14	7,4	7,8E+00	1,7E-01	7,2E-10	7,7E+00	6,9E-02	4,1E-08
SOLFATO - mg/L	51	1,7	29	2,8	3,5E+00	1,1E+00	1,9E-14	3,0E+00	3,7E-01	1,4E-10
CONDUTTIVITA' - µS/cm a 20°C	52	75	125	93,5	9,5E+01	1,0E-01	2,4E-02	9,5E+01	2,3E-02	6,7E-02
PH - unità pH	52	6,6	7,9	7,3	7,3E+00	3,6E-02	4,3E-01	7,3E+00	1,8E-02	3,0E-01

Tabella 5: MAT-S010 ENTE - statistiche parametri qualità

Come verificato dai livelli di significatività ottenuti dai test di Shapiro, per normalità o lognormalità, i parametri qualitativi della sorgente Ente esibiscono tutti distribuzioni non normali, eccetto che pH e conducibilità. La rappresentazione delle distribuzioni tramite boxplot mostra una asimmetria a sinistra, con relativi outliers, ben marcata per arsenico e in minor misura anche per il boro, simmetria a destra si rileva per gli altri parametri. Numerosi outliers destri influenzano le distribuzioni di solfato e cloruro.

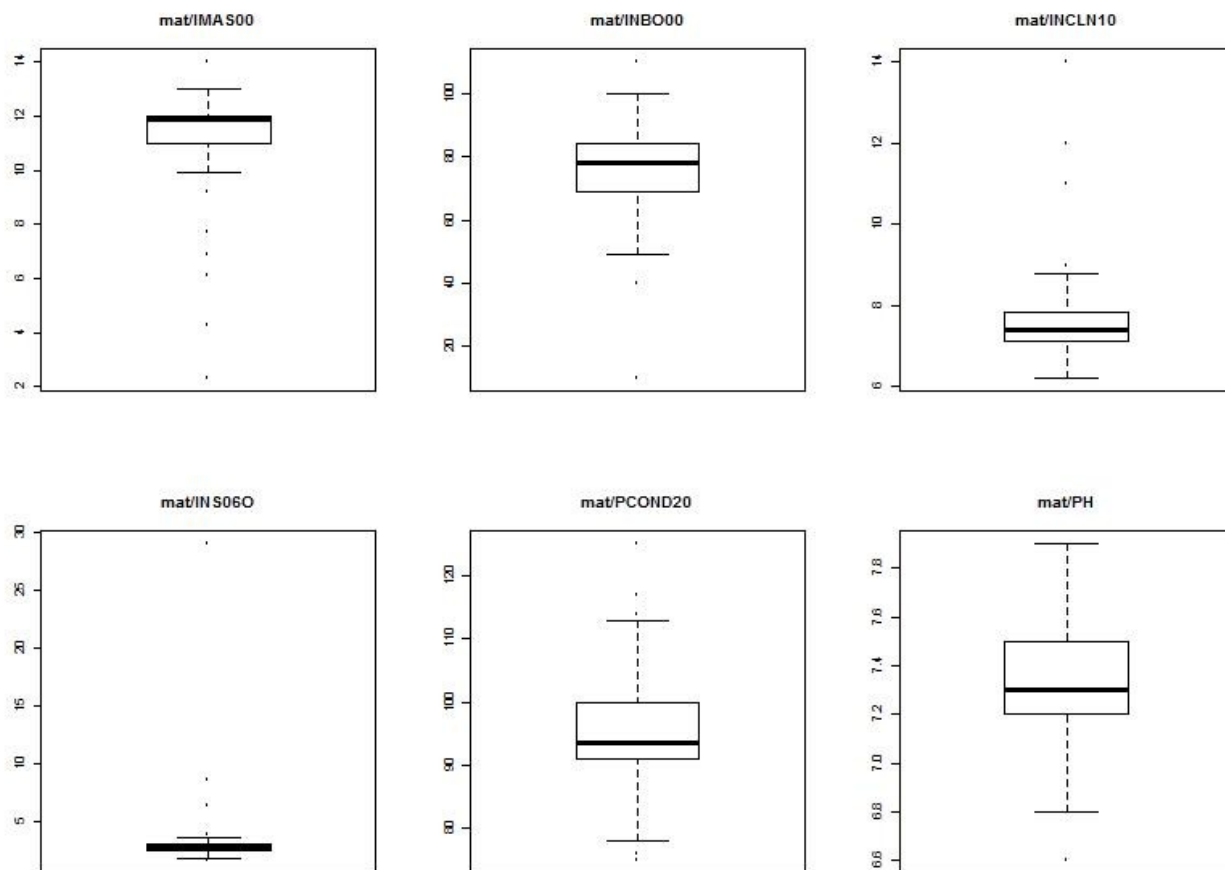


Figura 7: MAT-S010 GALLERIA ENTE - boxplot dei parametri analizzati

Nella tabella 6 e plot successivi sono riportati i risultati dell'analisi delle tendenze e punti di inversione. In generale, sull'intero **periodo**, si rilevano tendenze significative all'**aumento** per **boro cloruri** ed alla **diminuzione** per **conduttività**.

Le serie temporali hanno mostrato, in tutti i casi, punti significativi di cambiamento in corrispondenza della prima metà del **2015** per **arsenico e boro**, inizio **2013** per **cloruro** e metà **2007** per **solfati**.

Nelle sezioni più recenti (**pos**) si ha la sola tendenza significativa all'**aumento** per **solfati**, mentre nelle sezioni precedenti (**pre**) un **aumento distinto** ancora per **solfati** ed una **diminuzione** per **arsenico**.

Si notano similarità, nel complesso, soprattutto per **arsenico e boro**, stazionari ma con **tenori** distintamente **più bassi** nel periodo **pre 2015**.

E' interessante notare come per i solfati due distinte sezioni all'aumento per effetto di una brusca diminuzione a metà 2007 nel punto di cambiamento diano in esito una relativa stazionarietà sull'intero periodo.

parametro	periodo	anni	median	pvalue	slope	change_time	pvalue_pre	med_pre	pvalue_pre	slope_pre	med_pos	pvalue_pos	slope_pos
ARSENICO - µg/L	2002-2018	16	1,1E+01	7,9E-01		2015,25	9,4E-03	1,1E+01	2,8E-04	-2,8E-02	1,2E+01		
BORO - µg/L	2002-2018	16	7,8E+01	1,0E-03	2,5E-01	2015,00	2,4E-04	7,4E+01	8,7E-01		8,6E+01		
CLORURO - mg/L	2002-2018	16	7,5E+00	5,7E-02	8,1E-03	2013,00	8,7E-02	7,4E+00	4,9E-01		7,7E+00	3,1E-01	
SOLFATO - mg/L	2002-2018	16	2,8E+00	4,2E-01		2007,50	1,1E-02	3,3E+00	3,4E-02	5,7E-02	2,8E+00	1,3E-02	1,1E-02
CONDUTTIVITA' - µS/cm a 20°C	2002-2018	16	9,3E+01	1,5E-08	-3,1E-01	2010,50	1,4E-07	1,0E+02	3,1E-01		9,2E+01	1,8E-01	
PH - unità pH	2002-2018	16	7,3E+00	3,1E-01			2,3E-01						

Tabella 6: MAT-S10 ENTE - risultati analisi tendenze e punti d'inversione

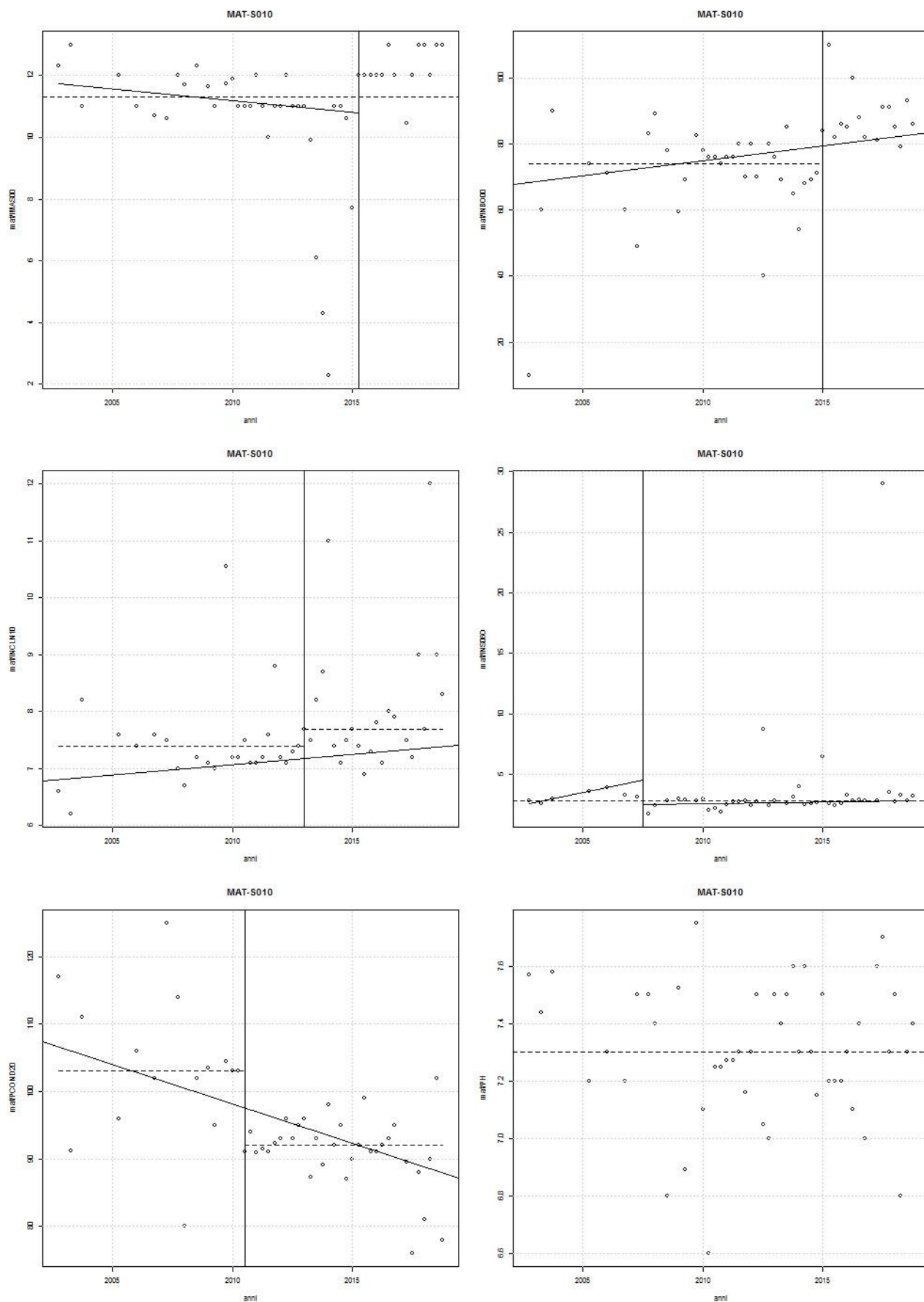


Figura 8: MAT-S010 GALLERIA ENTE – plot temporali analisi tendenze e punti d'inversione

4.1.4 SORGENTE CROGNOLO – CASTE DEL PIANO (MAT-S011)

Nella tabella 7 sono riportate le statistiche descrittive per i sei parametri analizzati.

PARAMETRO_NOME	N	min	max	median	mean	CV	pnorm	meanlog	CVlog	plognorm
ARSENICO - µg/L	57	-0,5	15	12	1,2E+01	2,1E-01	5,3E-12	1,1E+01	2,5E-01	4,8E-15
BORO - µg/L	57	-12,5	92	66	6,4E+01	2,5E-01	5,0E-05	6,0E+01	9,5E-02	2,1E-10
CLORURO - mg/L	52	6,5	22	7,4	8,1E+00	3,3E-01	1,2E-12	7,8E+00	1,1E-01	5,5E-11
SOLFATO - mg/L	51	2,4	14	3,6	4,0E+00	4,1E-01	5,5E-12	3,8E+00	2,0E-01	7,3E-08
CONDUTTIVITA' - µS/cm a 20°C	52	72	206	89	9,5E+01	2,2E-01	1,3E-09	9,3E+01	4,0E-02	8,2E-07
PH - unità pH	52	6,4	7,8	6,9	7,0E+00	4,9E-02	6,6E-03	7,0E+00	2,5E-02	1,7E-02

Tabella 7: MAT-S011 GALLERIA CROGNOLO - statistiche parametri di qualità

Le distribuzioni di tutti i parametri risultano di tipo non normale o lognormale sebbene le variabilità si mostrino nel complesso basse specialmente per il pH. Attraverso i diagrammi boxplot si possono però osservare i numerosi dati outlier in tutte le serie oltre ad una asimmetria sinistra per quanto riguarda il boro e destra per tutti gli altri parametri.

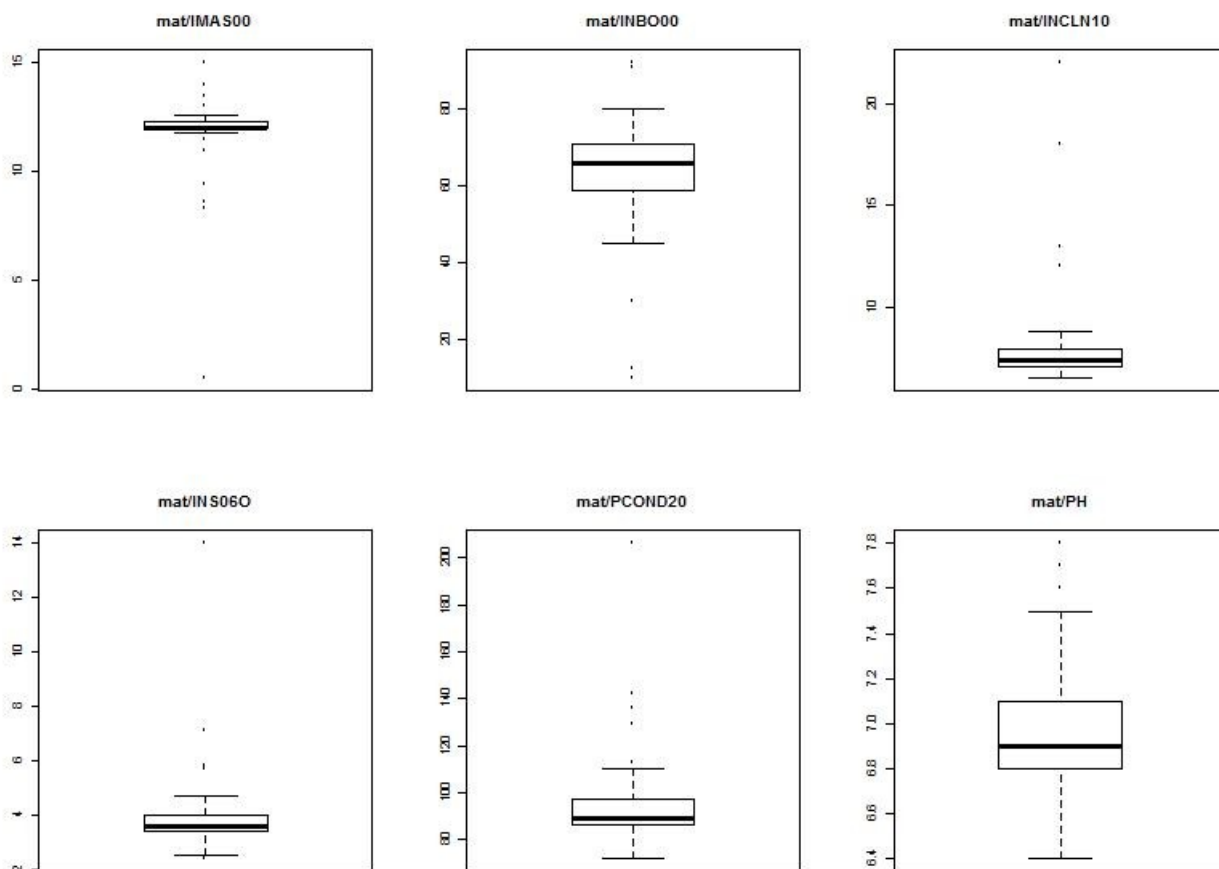


Figura 9: MAT-S011 GALLERIA CROGNOLO - boxplot dei parametri di qualità

I risultati dell'analisi delle tendenze e punti di inversione per l'intero **periodo** rilevano la sola tendenza significativa alla **diminuzione** per la **conduttività**. Il resto dei parametri non evidenzia alcun trend.

Le serie temporali hanno mostrato, inoltre, **punti** significativi di **cambiamento** nel **2006** per **solfato**, **2008** per **pH** e **2010** per **conduttività**.

Nelle sezioni **recenti** (pos) si ha tendenza all'**aumento** per **solfato** e **pH**, mentre nelle precedenti una tendenza, seppur distinta, ancora all'aumento per il solo pH. E' interessante notare, per il pH, come due distinte sezioni all'aumento separate da una brusca diminuzione nel punto di cambiamento a metà 2008 diano in esito l'assenza di tendenza sull'intero periodo.

parametro	periodo	anni	median	pvalue	slope	change_time	pvalue_ptt	med_pre	pvalue_pre	slope_pre	med_pos	pvalue_pos	slope_pos
ARSENICO - µg/L	2002-2018	16	1,2E+01	8,3E-01			2,1E-01						
BORO - µg/L	2002-2018	16	6,6E+01	9,5E-01			1,6E-01						
CLORURO - mg/L	2002-2018	16	7,5E+00	2,6E-01			3,6E-01						
SOLFATO - mg/L	2002-2018	16	3,6E+00	2,8E-01		2006,25	7,7E-02	4,0E+00			3,6E+00	6,0E-02	9,0E-03
CONDUTTIVITA' - µS/cm a 20°C	2002-2018	16	8,9E+01	1,1E-06	-4,3E-01	2010,50	2,8E-06	1,0E+02	7,5E-01		8,9E+01	2,6E-01	
PH - unità pH	2002-2018	16	6,9E+00	5,0E-01		2008,50	3,0E-03	7,1E+00	6,3E-02	1,3E-02	6,9E+00	3,2E-04	1,2E-02

Tabella 8: MAT-S011 GALLERIA CROGNOLO - risultati analisi tendenze e punti d'inversione

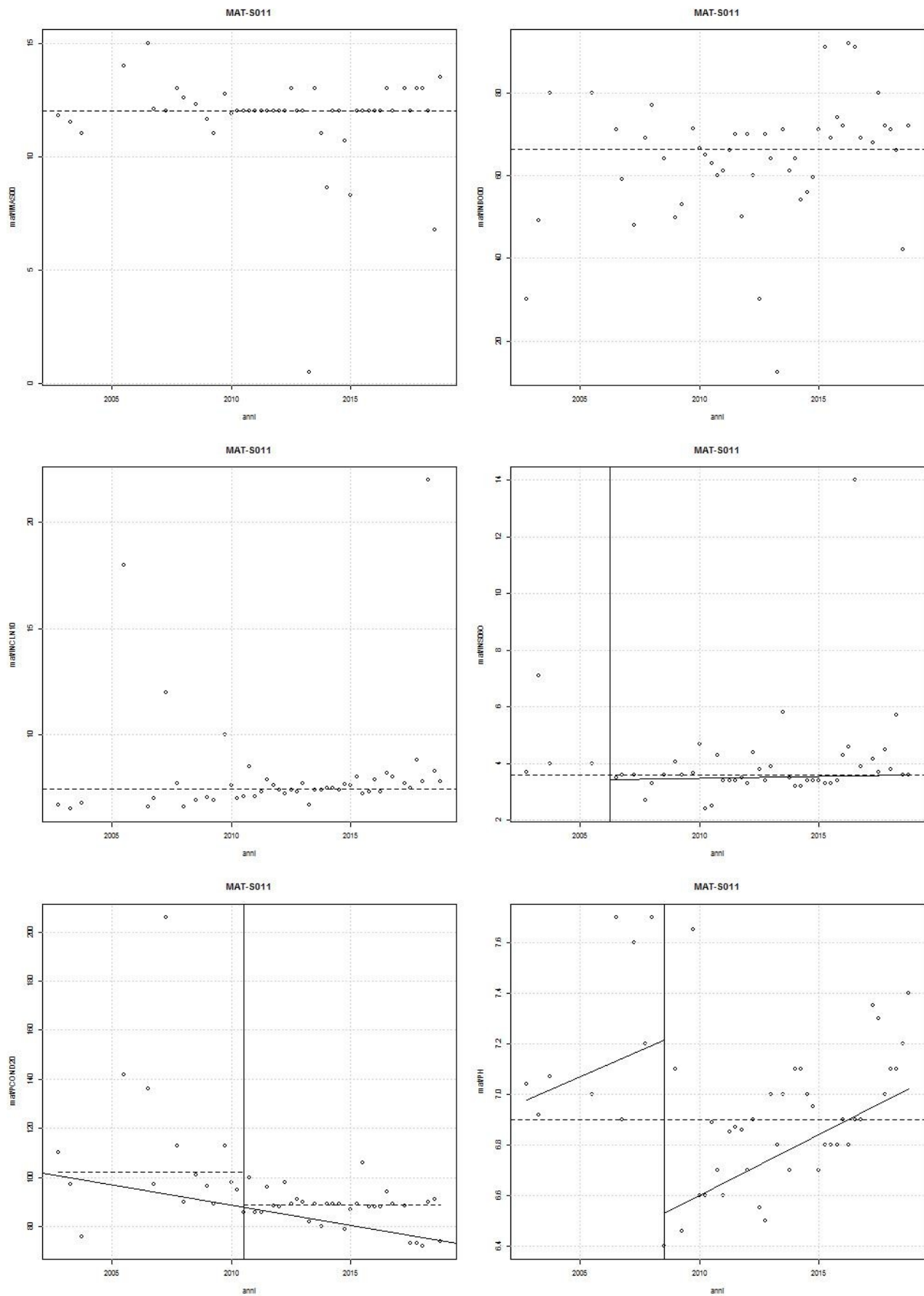


Figura 10: MAT-S011 GALLERIA CROGNOLO – plot temporali analisi delle tendenze e punti di inversione

4.1.5 SORGENTE BURLANA – SEGGIANO (MAT-S021)

Nella tabella 9 sono riportate le statistiche descrittive per i sei parametri analizzati.

PARAMETRO_NOME	N	min	max	median	mean	CV	pnorm	meanlog	CVlog	plognorm
ARSENICO - µg/L	58	-0,5	13	5,55	6,0E+00	3,5E-01	2,4E-09	5,6E+00	2,4E-01	4,0E-11
BORO - µg/L	58	-10	120	69	6,7E+01	2,5E-01	8,8E-06	6,3E+01	9,6E-02	2,1E-11
CLORURO - mg/L	53	2,9	20	7,9	8,2E+00	2,6E-01	7,7E-12	8,0E+00	1,1E-01	2,2E-10
SOLFATO - mg/L	52	1,8	7,1	3,4	3,5E+00	2,1E-01	3,5E-06	3,4E+00	1,6E-01	1,8E-03
CONDUTTIVITA' - µS/cm a 20°C	53	70	917	88	1,1E+02	1,1E+00	3,3E-15	9,6E+01	8,0E-02	5,8E-12
PH - unità pH	53	6,5	7,9	7,1	7,1E+00	4,4E-02	1,5E-01	7,1E+00	2,2E-02	2,1E-01

Tabella 9: MAT-S021 GALLERIA BURLANA - statistiche parametri di qualità

Le distribuzioni, con l'eccezione del pH, risultano tutte di tipo NON normale o lognormale. Il boro denuncia, anche qui, un asimmetria sinistra mentre arsenico, cloruri, solfati e conducibilità hanno asimmetrie destre. Presenza di diversi outliers per arsenico cloruri e conducibilità.

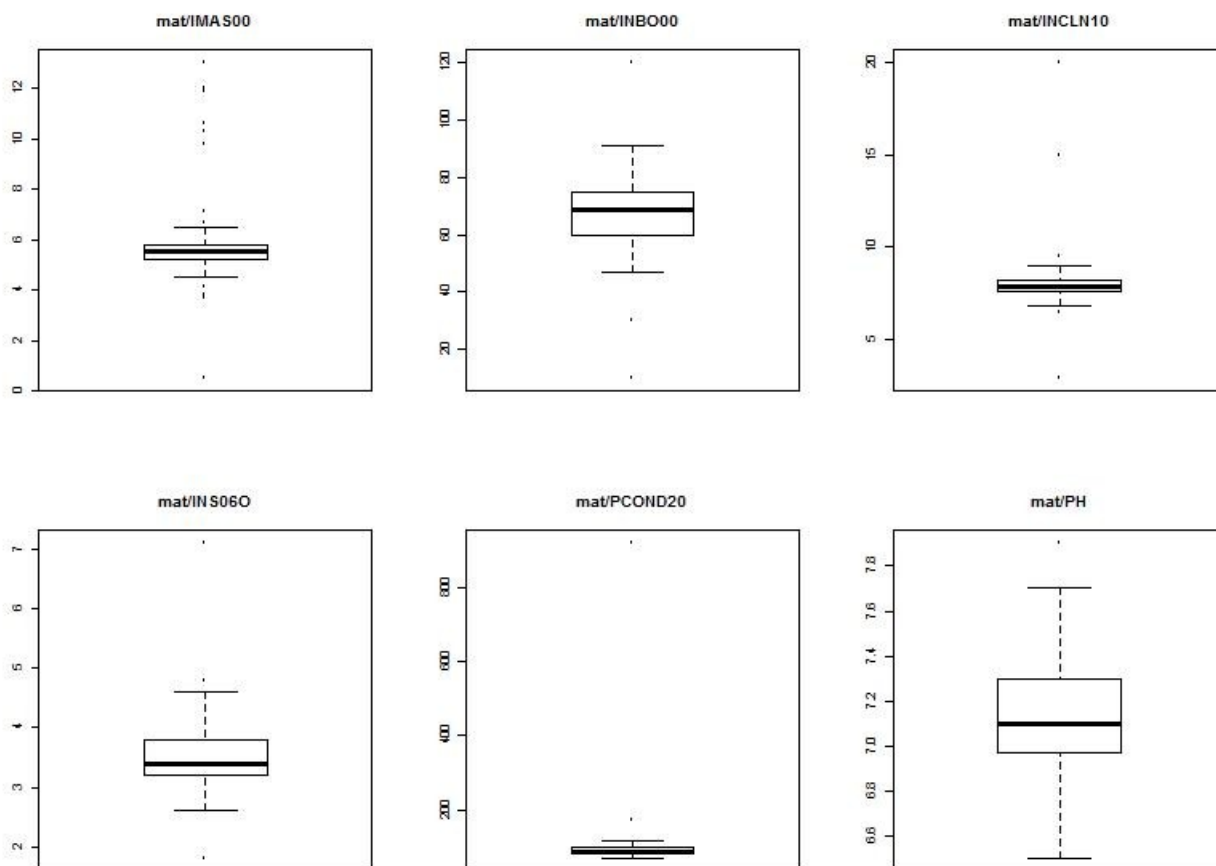


Figura 11: MAT-S021 GALLERIA BURLANA - boxplot dei parametri di qualità

Nella tabella 10 e plot successivi, sono riportati i risultati dell'analisi delle tendenze e punti di inversione. In linea generale e sull'intero **periodo** si rilevano tendenze significative all'**aumento** per **cloruri** e **solfati** (p value < 0,1 e slope positivo) ed alla **diminuzione** per **arsenico** e **conduttività** (p value < 0,1 e slope negativo) .

Le serie temporali hanno mostrato, con l'eccezione del pH, punti significativi di cambiamento a metà 2009 per cloruri, inizi 2010 per conduttività e arsenico, inizio 2011 per solfati e inizio 2015 per boro.

Nelle sezioni **recenti** (pos) non si ha **alcuna** tendenza all'**aumento**, mentre nelle sezioni **precedenti** erano in **incremento** **arsenico**, **conduttività** e **pH** ed in **diminuzione** il **boro**.

parametro	periodo	anni	median	pvalue	slope	change_time	pvalue_pit	med_pre	pvalue_pre	slope_pre	med_pos	pvalue_pos	slope_pos
ARSENICO - µg/L	2002-2018	16	5,5E+00	1,8E-02	-9,1E-03	2010,25	8,0E-05	5,8E+00	4,9E-03	7,6E-02	5,4E+00	3,0E-01	
BORO - µg/L	2002-2018	16	6,9E+01	9,6E-01		2015,25	4,3E-02	6,9E+01	6,3E-03	-2,7E-01	7,5E+01		
CLORURO - mg/L	2002-2018	16	8,0E+00	7,3E-08	2,2E-02	2009,50	2,3E-06	7,4E+00	3,0E-01		8,1E+00	1,1E-01	
SOLFATO - mg/L	2002-2018	16	3,4E+00	3,7E-03	7,7E-03	2011,25	9,6E-04	3,2E+00	3,2E-01		3,6E+00	7,8E-01	
CONDUTTIVITA' - µS/cm a 20°C	2002-2018	16	8,7E+01	1,2E-04	-2,8E-01	2010,50	4,1E-05	9,9E+01	8,8E-02	4,9E-01	8,6E+01	1,2E-01	
PH - unità pH	2002-2018	16	7,1E+00	2,7E-01			2,3E-01	9,9E+01	8,8E-02	4,9E-01	8,6E+01	1,2E-01	

Tabella 10: MAT-S021 GALLERIA BURLANA - risultati analisi tendenze e punti d'inversione

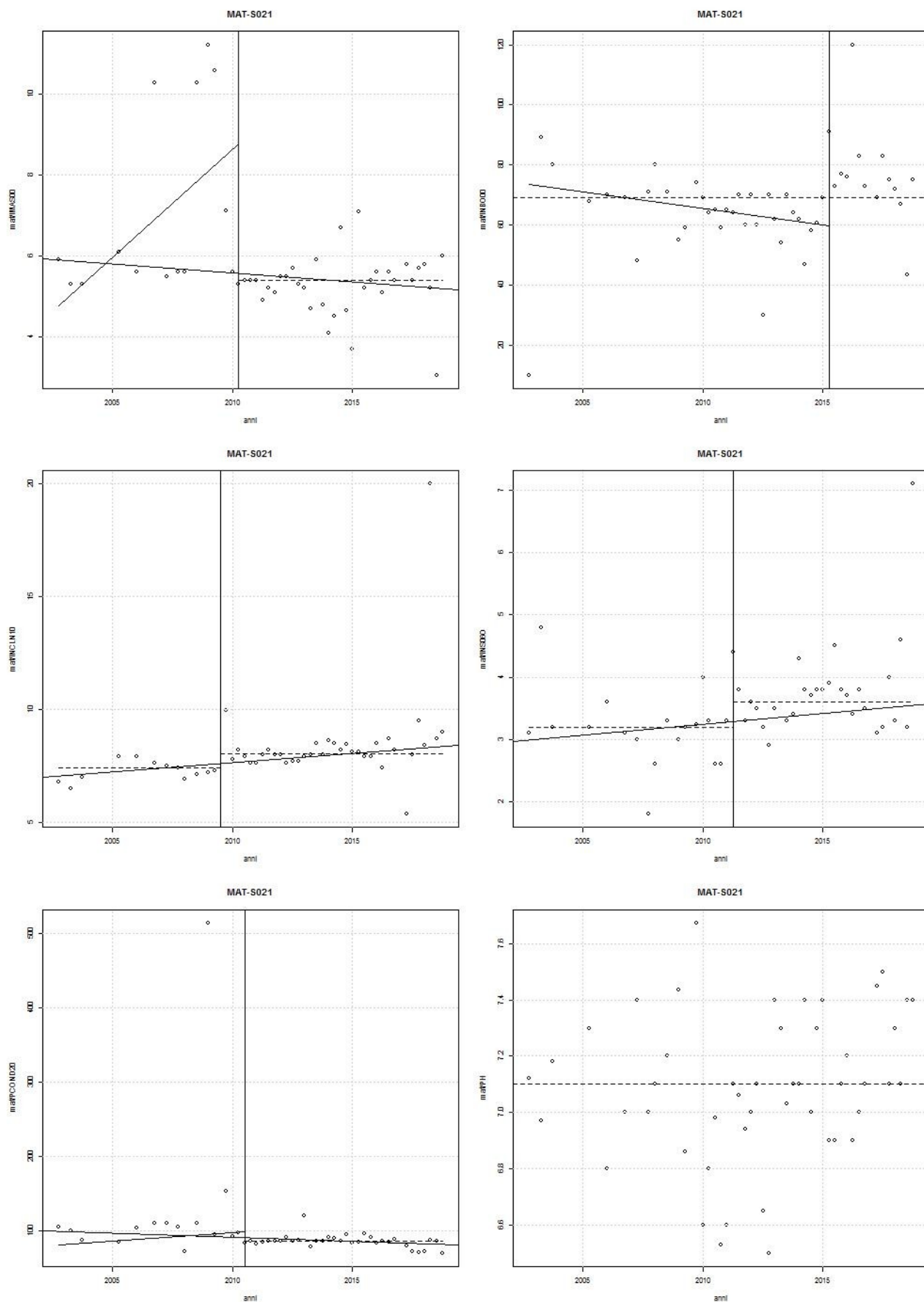


Figura 12: MAT-S021 GALLERIA BURLANA – plot temporali analisi delle tendenze e punti di inversione

4.1.6 SORGENTE ERMICCILOLO – CASTIGLIONE D’ORCIA (MAT-S045)

Nella tabella 11 sono riportate le statistiche descrittive per i sei parametri analizzati.

PARAMETRO_NOME	N	min	max	median	mean	CV	pnorm	meanlog	CVlog	plognorm
ARSENICO - µg/L	59	-2	12	4,3	4,4E+00	3,3E-01	3,2E-09	4,1E+00	2,8E-01	3,9E-10
BORO - µg/L	46	-50	73	56,5	5,6E+01	2,1E-01	1,5E-04	5,4E+01	8,1E-02	5,7E-10
CLORURO - mg/L	54	5,4	10	7,5	7,3E+00	1,3E-01	3,5E-01	7,3E+00	6,4E-02	3,3E-01
SOLFATO - mg/L	53	1,2	26	3,6	4,4E+00	7,8E-01	6,6E-13	3,9E+00	3,1E-01	1,7E-07
CONDUTTIVITA' - µS/cm a 20°C	58	71	138,6	81	8,3E+01	1,4E-01	8,2E-11	8,2E+01	2,6E-02	7,0E-09
PH - unità pH	58	5,7	7,71	6,9	6,9E+00	5,1E-02	1,4E-02	6,9E+00	2,7E-02	7,8E-03

Tabella 11: MAT-S045 GALLERIA ERMICCILOLO - statistiche parametri di qualità

Le distribuzioni, con l’eccezione anche qui del pH, risultano tutte di tipo NON normale o lognormale. La variabilità è in generale comunque contenuta, con maggior numero ed estensione degli outlier per i solfati. Boro e solfati hanno una asimmetria a destra, mentre cloruri a destra.

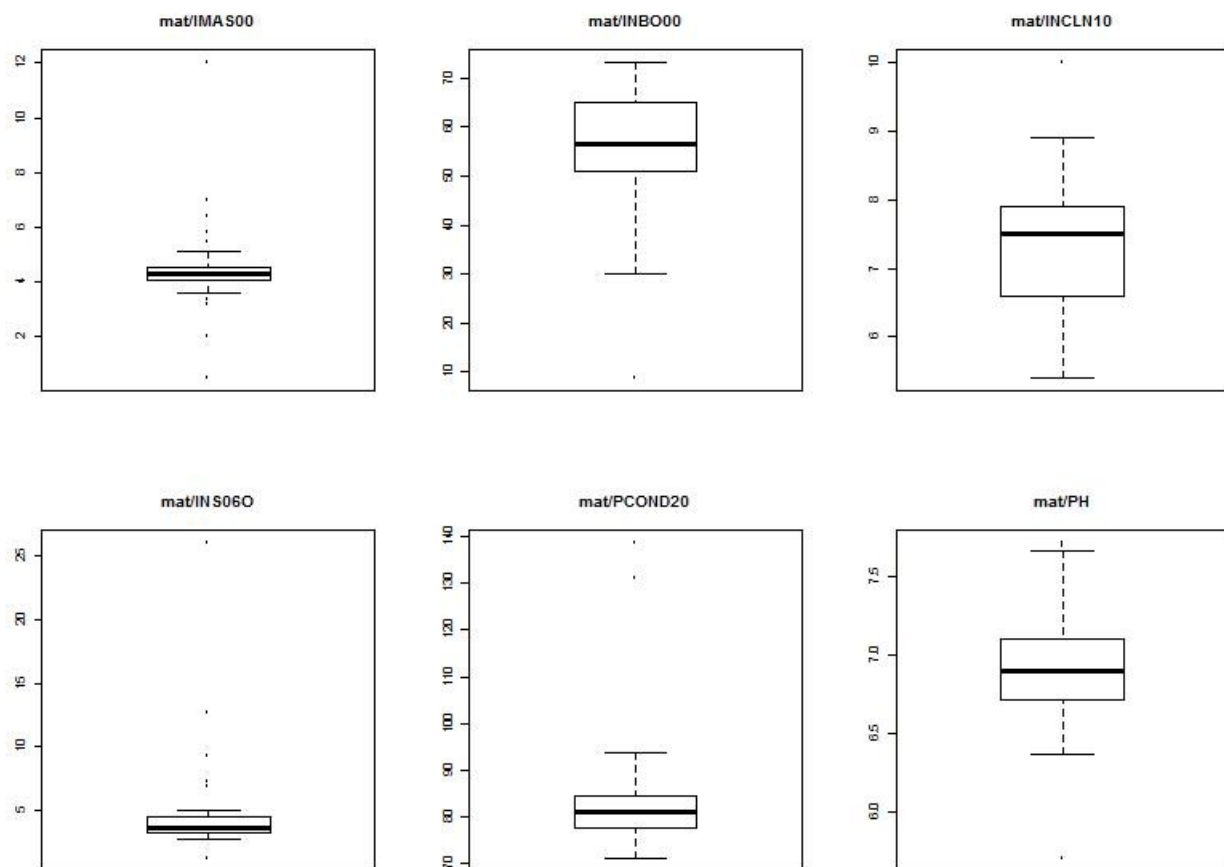


Figura 13: MAT-S045 GALLERIA ERMICCILOLO - boxplot dei parametri di qualità

Nella tabella 12 e plot successivi, sono riportati i risultati dell’analisi delle tendenze e punti di inversione. In linea generale sull’intero **periodo** si rilevano tendenze significative all’**aumento** per **cloruri** ed alla diminuzione per **solfati** e **pH**.

Le serie temporali hanno mostrato tutte **punti** significativi di **cambiamento**, nel **2007** per **arsenico** e **boro**, **2008** per **cloruro**, **2009** per **conduttività** e **2010** per **pH**.

Nelle **sezioni recenti** si ha tendenza all'**aumento** per **cloruro** e **solfo**, in quelle precedenti ancora **aumento** per **cloruro** e **diminuzione** per **pH**.

parametro	periodo	anni	media	pvalue	slope	change_line	pvalue_pt	med_pre	pvalue_pre	slope_pre	med_pos	pvalue_pos	slope_pos
ARSENICO - µg/L	2002-2018	17	4,4	1,16E-01		2007,50	7,02E-02	4,87	4,57E-01		4,3	4,18E-01	
BORO - µg/L	2004-2018	14	56	2,85E-01		2007,00	9,01E-02	65,5	4,57E-01		57	8,92E-02	1,56E-01
CLORURO - mg/L	2002-2018	16	7,55	3,73E-16	3,80E-02	2008,25	2,93E-09	6,48	9,92E-04	3,80E-02	7,9	9,15E-05	2,67E-02
SOLFATO - mg/L	2002-2018	16	3,6	8,31E-04	-1,81E-02	2010,00	2,52E-04	4,1	4,66E-01		3,425	2,40E-01	
CONDUTTIVITA' - µS/cm a 20°C	2002-2018	17	81	1,86E-01		2009,00	8,61E-02	78,81	2,93E-01		82	3,57E-01	
PH - unità pH	2002-2018	17	6,9	1,06E-03	-7,37E-03	2010,00	1,26E-02	7	1,76E-02	-1,23E-02	6,815	7,64E-01	

Tabella 12: MAT-S045 GALLERIA ERMICCIOLO - risultati analisi tendenze e punti d'inversione

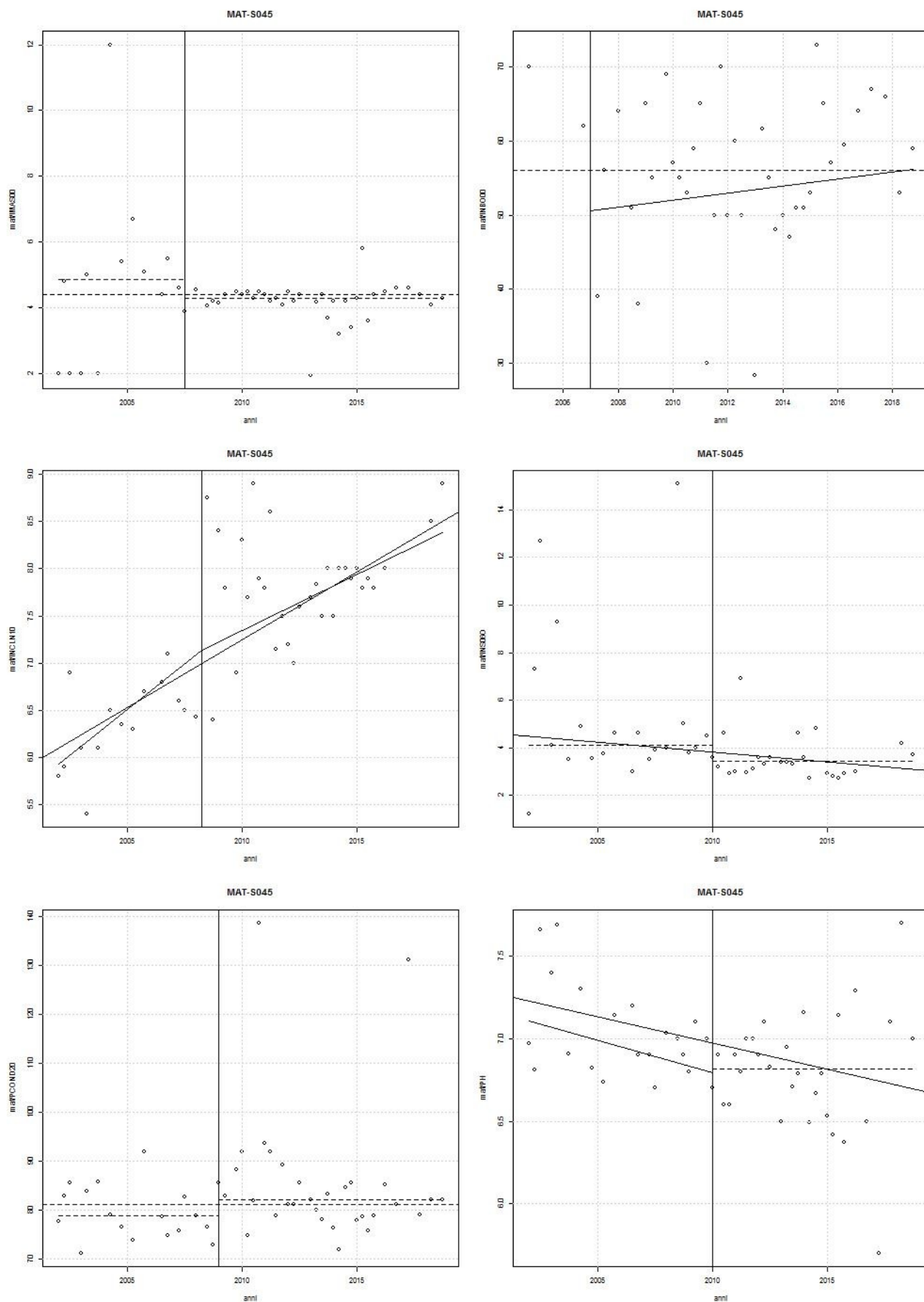


Figura 14: MAT-S045 GALLERIA ERMICCILOLO – plot temporali analisi delle tendenze e punti di inversione

4.1.7 POZZO PIAN DEI RENAI – ABBADIA SAN SALVATORE (MAT-P350)

Nella tabella 13 sono riportate le statistiche descrittive per i sei parametri analizzati.

PARAMETRO_NOME	N	min	max	median	mean	CV	pnorm	meanlog	CVlog	plognorm
ARSENICO - µg/L	71	1,7	24,5	11,2	1,2E+01	3,1E-01	3,6E-05	1,1E+01	1,5E-01	1,1E-08
BORO - µg/L	45	<50	210	50	5,5E+01	4,7E-01	4,0E-11	5,2E+01	8,8E-02	1,9E-07
CLORURO - mg/L	67	<0,5	7,5	6,2	6,1E+00	1,5E-01	2,1E-11	5,9E+00	1,8E-01	7,6E-16
SOLFATO - mg/L	67	<0,5	24	12	1,2E+01	2,5E-01	5,0E-10	1,2E+01	1,8E-01	1,2E-14
CONDUTTIVITA' - µS/cm a 20°C	69	81	153,9	92,7	9,4E+01	1,3E-01	4,6E-11	9,4E+01	2,5E-02	3,5E-09
PH - unità pH	69	6,2	7,9	6,8	6,8E+00	4,4E-02	4,6E-05	6,8E+00	2,3E-02	3,1E-04

Tabella 13: MAT-P350 POZZO PIAN DEI RENAI - statistiche parametri di qualità

Le distribuzioni risultano tutte di tipo non normale o lognormale sebbene con variabilità nel complesso basse e CV contenuti. Attraverso i diagrammi boxplot è possibile apprezzare il maggior numero di outlier per arsenico e solfati. Cloruro e conducibilità esibiscono una moderata asimmetria sinistra, solfati e boro possiedono una spiccata asimmetria a destra.

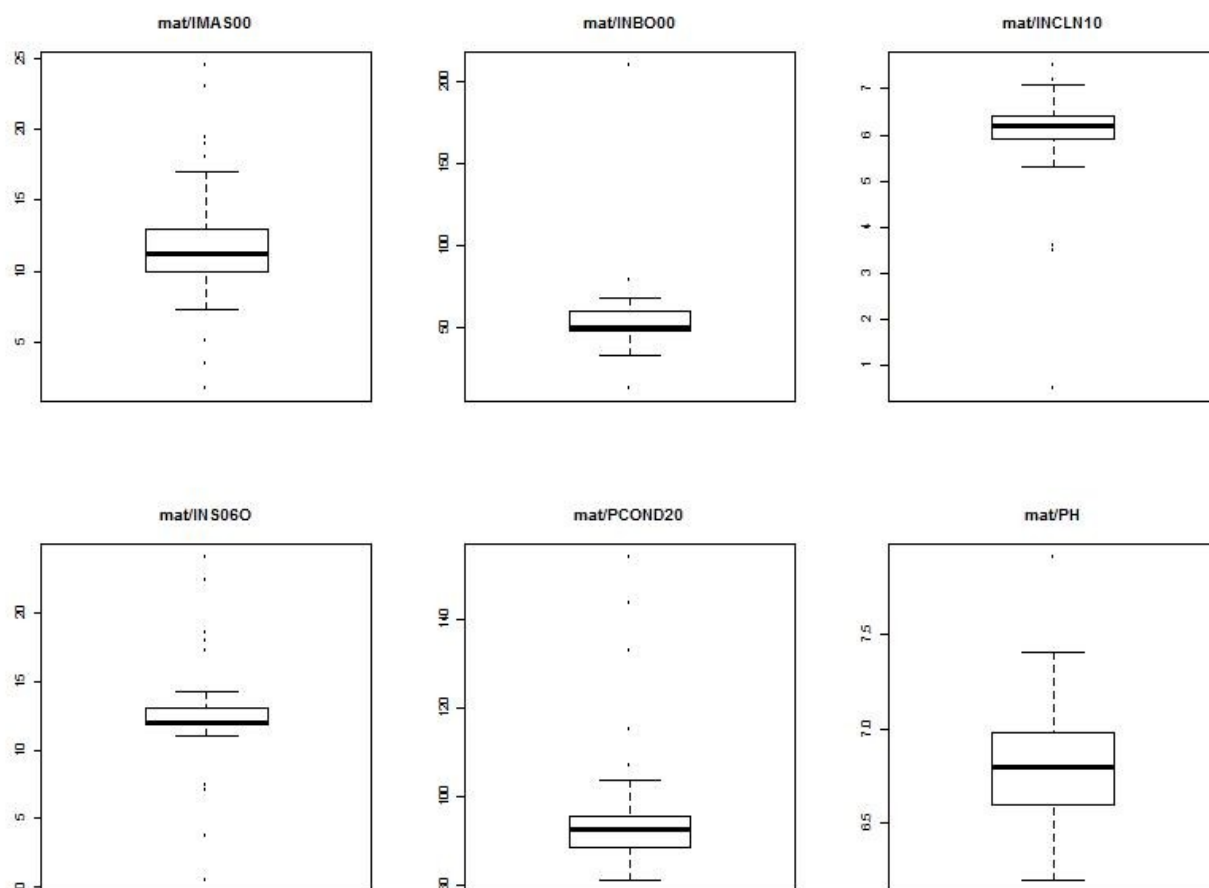


Figura 15: MAT-P350 POZZO PIAN DEI RENAI - boxplot dei parametri di qualità

Nella tabella 14 e plot successivi, i risultati dell'analisi delle tendenze e punti di inversione presentano sull'intero periodo tendenze significative all'aumento per **cloruro** e **conduttività** ed alla **diminuzione** per **arsenico**, **boro** e **pH**.

Le serie temporali hanno mostrato **tutte** punti significativi di **cambiamento** nel **2007** per **arsenico** e **boro**, **2008** **cloruro**, **2009** **conduttività**, **2012** **pH** e **2013** per **solfato**.

Nelle **sezioni più recenti** non si ha **alcuna tendenza** all'aumento, mentre nelle **sezioni precedenti** erano in **incremento cloruro e solfato**.

parametro	periodo	anni	median	pvalue	slope	change_time	pvalue_pit	med_pre	pvalue_pre	slope_pre	med_pos	pvalue_pos	slope_pos
ARSENICO - µg/L	2002-2018	17	1,1E+01	7,8E-03	-3,8E-02	2007,25	7,2E-03	1,3E+01	2,8E-01		1,1E+01	9,2E-01	
BORO - µg/L	2004-2018	15	5,2E+01	3,3E-02	-1,8E-01	2007,00	1,0E-02	6,7E+01	2,8E-01		5,2E+01	2,8E-01	
CLORURO - mg/L	2002-2018	17	6,2E+00	2,0E-04	9,1E-03	2008,75	2,1E-03	5,9E+00	2,0E-03	2,7E-02	6,4E+00	7,4E-01	
SOLFATO - mg/L	2002-2018	17	1,2E+01	3,2E-01		2013,50	2,2E-02	1,2E+01	3,7E-02	2,4E-02	1,2E+01	1,4E-01	
CONDUTTIVITA' - µS/cm a 20°C	2002-2018	17	9,2E+01	1,6E-02	9,8E-02	2009,75	5,8E-03	9,0E+01	6,7E-01		9,5E+01	5,6E-01	
PH - unità pH	2003-2018	16	6,8E+00	2,8E-02	-3,7E-03	2012,50	7,8E-02	6,8E+00	8,5E-01		6,6E+00	9,8E-01	

Tabella 14: MAT-P350 POZZO PIAN DEI RENAI - risultati analisi tendenze e punti d'inversione

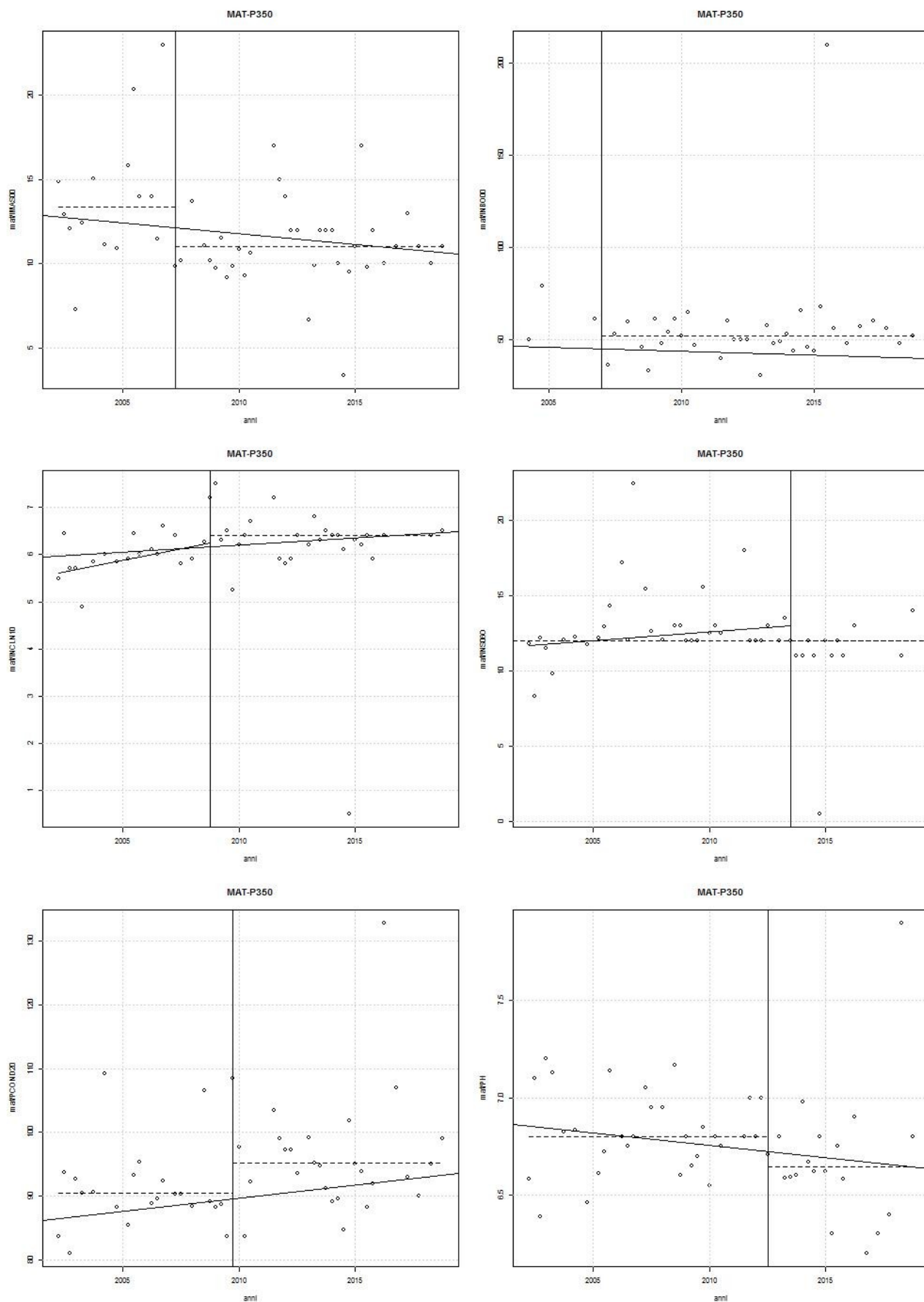


Figura 16: MAT-S350 POZZO PLAN DEI RENAI – plot temporali analisi delle tendenze e punti di inversione

4.1.8 POZZO ACQUA GIALLA – ABBADIA SAN SALVATORE (MAT-P596)

Nella tabella 15 sono riportate le statistiche descrittive per i sei parametri analizzati.

PARAMETRO_NOME	N	min	max	median	mean	CV	pnorm	meanlog	CVlog	plognorm
ARSENICO - µg/L	63	3,9	154	26	3,0E+01	6,7E-01	4,7E-15	2,7E+01	1,2E-01	9,1E-12
BORO - µg/L	46	-50	73	54,5	5,4E+01	2,2E-01	6,4E-04	5,2E+01	9,1E-02	5,4E-10
CLORURO - mg/L	59	2,4	7,2	5,5	5,4E+00	1,2E-01	2,6E-07	5,4E+00	8,7E-02	4,9E-10
SOLFATO - mg/L	59	4,1	37	8,9	9,3E+00	4,1E-01	7,7E-15	9,0E+00	1,1E-01	1,6E-11
CONDUTTIVITA' - µS/cm a 20°C	61	57,6	267	65,07	6,9E+01	3,8E-01	5,2E-16	6,7E+01	4,6E-02	7,3E-14
PH - unità pH	60	6,33	7,26	6,77	6,8E+00	3,2E-02	1,4E-01	6,8E+00	1,7E-02	1,6E-01

Tabella 15: MAT-P596 POZZO ACQUA GIALLA - statistiche parametri di qualità

Con l'esclusione del pH, per tutti i parametri si verificano distribuzioni non normali né lognormali, sebbene le variabilità descritte dal CV risultino nel complesso contenute. I cloruri e solfati esibiscono una decisa asimmetria a sinistra mentre le distribuzioni di arsenico e boro presentano asimmetria a destra. sono influenzate da outlier destri numerosi e di entità. Tutti i parametri, eccetto il pH, possiedono outlier.

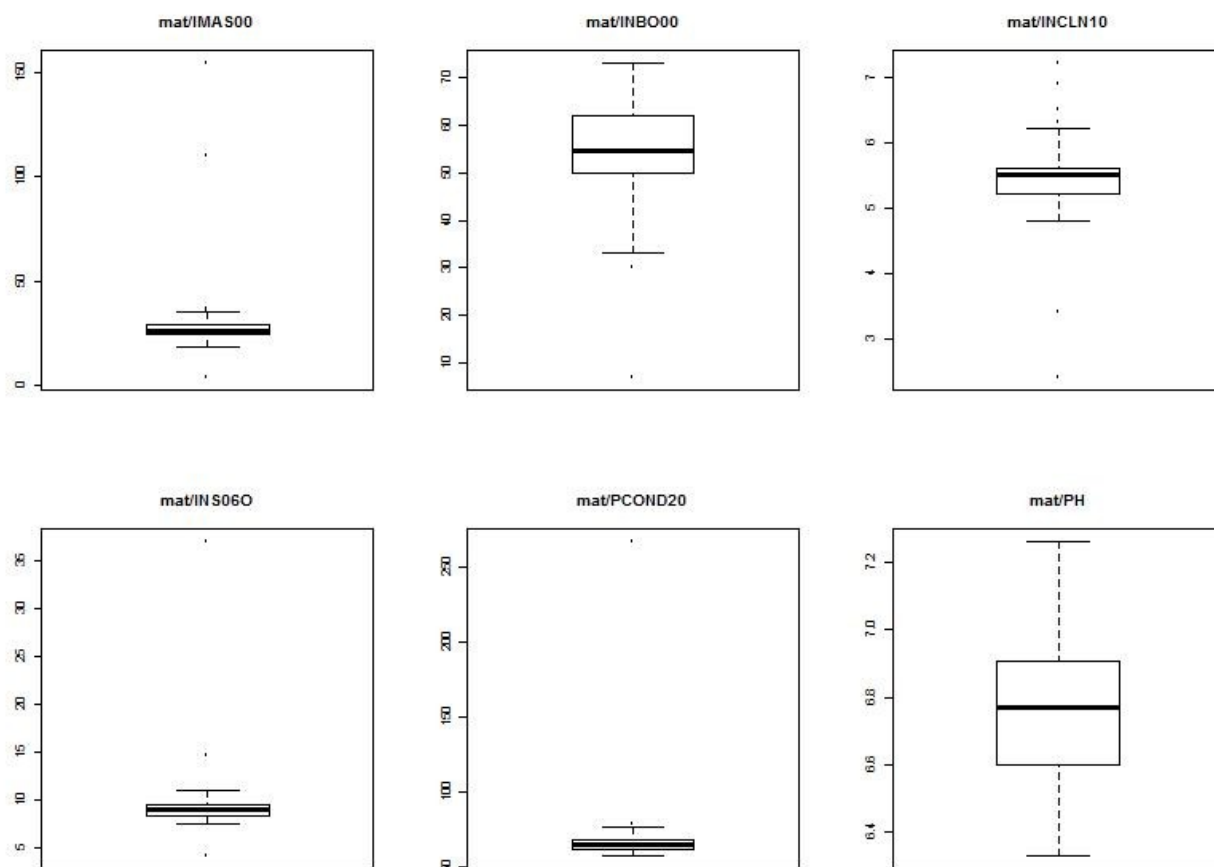


Figura 17: MAT-P596 POZZO ACQUA GIALLA - boxplot dei parametri di qualità

I risultati dell'analisi delle tendenze e punti di inversione per l'intero **periodo** rilevano tendenze significative all'**aumento** per **cloruro** e **conduttività**, e alla **diminuzione** per **arsenico** e **solfato**.

Le serie temporali hanno mostrato, con l'eccezione del pH, **punti** significativi di **cambiamento** nel **2007** per **arsenico** e **boro**, **2008** per **cloruro** **2009** per **conduttività** e **2011** per **solfato**.

Nelle sezioni recenti si ha tendenza all'**aumento** per **boro** e **diminuzione** per **solfato** mentre, in quelle precedenti, **diminuzione** per **solfato** e **conduttività**.

parametro	periodo	anni	median	pvalue	slope	change_time	pvalue_pit	med_pre	pvalue_pre	slope_pre	med_pos	pvalue_pos	slope_pos
ARSENICO - µg/L	2002-2018	17	2,6E+01	2,2E-05	-9,7E-02	2012,75	2,6E-04	2,8E+01	3,0E-02	-9,9E-02	2,5E+01	1,4E-01	
BORO - µg/L	2004-2018	14	5,5E+01	2,8E-01		2007,00	7,4E-02	6,5E+01			5,5E+01	7,4E-02	1,6E-01
CLORURO - mg/L	2002-2018	16	5,5E+00	1,4E-04	8,6E-03	2008,50	5,1E-05	5,2E+00	2,1E-01	0,0E+00	5,5E+00	5,9E-01	
SOLFATO - mg/L	2002-2018	16	8,9E+00	1,2E-10	-3,0E-02	2011,75	1,1E-08	9,3E+00	8,2E-02	-1,5E-02	8,1E+00	6,2E-02	-2,2E-02
CONDUTTIVITA' - µS/cm a 20°C	2002-2018	17	6,5E+01	8,0E-02	5,2E-02	2009,00	6,3E-02	6,5E+01	3,9E-02	-1,7E-01	6,7E+01	7,4E-01	
PH - unità pH	2002-2018	17	6,8E+00	2,3E-01			1,9E-01						

Tabella 16: MAT-P596 POZZO ACQUA GIALLA - risultati analisi tendenze e punti d'inversione

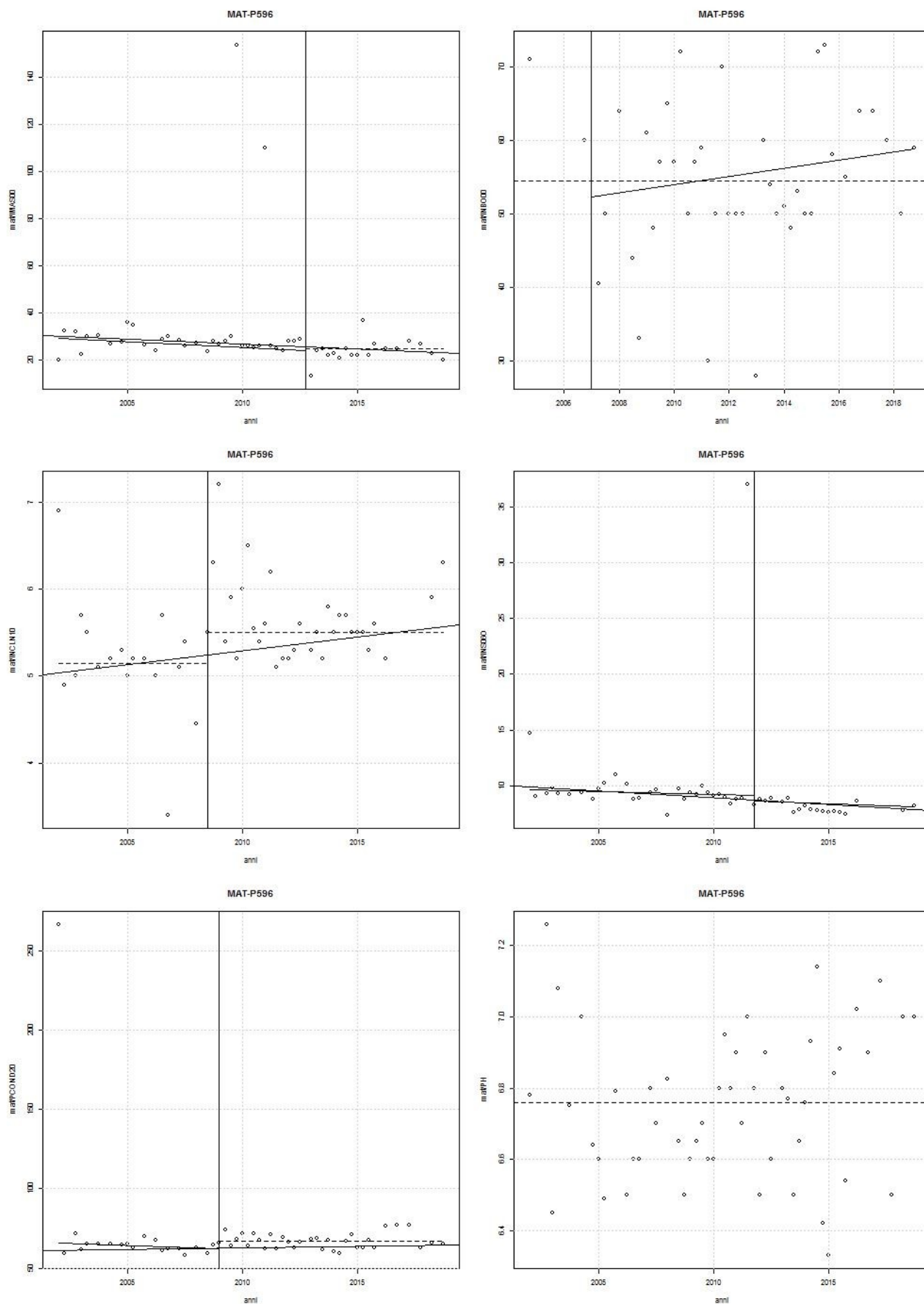


Figura 18: MAT-P596 POZZO ACQUA GIALLA – plot temporali analisi delle tendenze e punti di inversione

4.1.9 SORGENTE GALLERIA DRENANTE – PIANCASTAGNAIO (MAT-S050)

Nella tabella 17 sono riportate le statistiche descrittive per i sei parametri analizzati.

PARAMETRO_NOME	N	min	max	median	mean	CV	pnorm	meanlog	CVlog	plognorm
ARSENICO - µg/L	54	3,3	14,4	7,65	7,8E+00	2,0E-01	8,5E-09	7,6E+00	9,4E-02	9,1E-08
BORO - µg/L	44	-50	90	67	6,5E+01	2,0E-01	2,7E-05	6,3E+01	8,6E-02	5,0E-11
CLORURO - mg/L	48	7,25	12	9,15	9,2E+00	1,1E-01	1,5E-01	9,1E+00	5,0E-02	5,8E-01
SOLFATO - mg/L	48	5,3	19	7,75	8,3E+00	2,9E-01	1,3E-06	8,0E+00	1,2E-01	4,1E-03
CONDUTTIVITA' - µS/cm a 20°C	52	96,03	1169	115,95	1,4E+02	1,1E+00	2,8E-15	1,2E+02	7,3E-02	9,4E-13
PH - unità pH	51	6,2	7,5	7,1	7,1E+00	3,7E-02	5,0E-02	7,1E+00	1,9E-02	1,9E-02

Tabella 17: MAT-S050 GALLERIA DRENANTE - statistiche parametri di qualità

Le distribuzioni, con l'eccezione dei cloruri, risultano tutte di tipo non normale o lognormale. Attraverso i diagrammi boxplot è infatti possibile apprezzare i numerosi outliers presenti. Il boro mostra un'asimmetria sinistra.

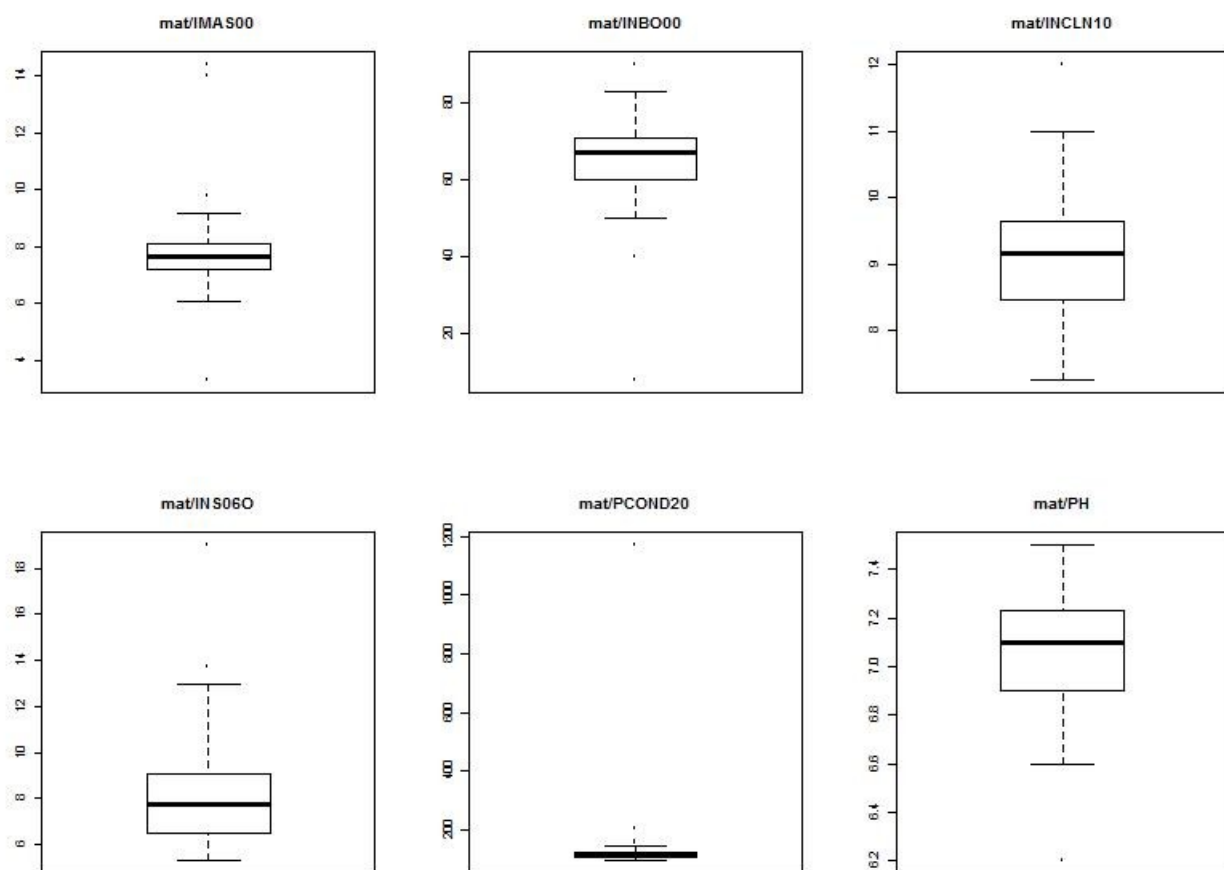


Figura 19: MAT-S050 GALLERIA DRENANTE - boxplot dei parametri di qualità

L'analisi delle tendenze e punti di inversione sull'intero **periodo** rilevano tendenze significative all'**aumento** per **cloruro** e alla diminuzione per **solfo** e **conduttività**.

Le serie temporali hanno mostrato, con l'eccezione di boro, cloruro e pH, punti significativi di cambiamento, nel **2006** per **conduttività**, **2007** per **arsenico** e **2010** per **solfo**.

Nelle sezioni **recenti** si ha tendenza all'**aumento** per **arsenico** e **solfo**, in quelle **precedenti** per solo **solfo**.

Da notare, in questo caso, il caratteristico andamento del solfato in **incremento distinto** nei due periodi e, all'opposto, **diminuzione** nel **complesso** causata dalla **brusca diminuzione** nel punto di **cambiamento del 2006**.

parametro	periodo	anni	median	pvalue	slope	change_line	pvalue_pt	med_pre	pvalue_pre	slope_pre	med_pos	pvalue_pos	slope_pos
ARSENICO - µg/L	2002-2018	17	7,70E+00	1,49E-01		2007,25	5,12E-03	8,13E+00	3,19E-01	0,00E+00	7,60E+00	3,53E-02	1,25E-02
BORO - µg/L	2006-2018	13	6,75E+01	2,88E-01			3,48E-01						
CLORURO - mg/L	2002-2018	16	9,10E+00	1,80E-02	1,54E-02		1,05E-01						
SOLFATO - mg/L	2002-2018	16	7,75E+00	3,11E-02	-2,19E-02	2010,50	3,36E-04	8,80E+00	5,96E-02	6,25E-02	7,15E+00	8,98E-02	3,47E-02
CONDUTTIVITA' - µS/cm a 20°C	2002-2018	17	1,16E+02	7,68E-02	-1,41E-01	2006,50	6,24E-02	1,25E+02			1,13E+02	9,67E-01	
PH - unità pH	2002-2018	17	7,11	8,65E-01			1,09E-01						

Tabella 18: MAT-S050 GALLERIA DRENANTE - risultati analisi tendenze e punti d'inversione

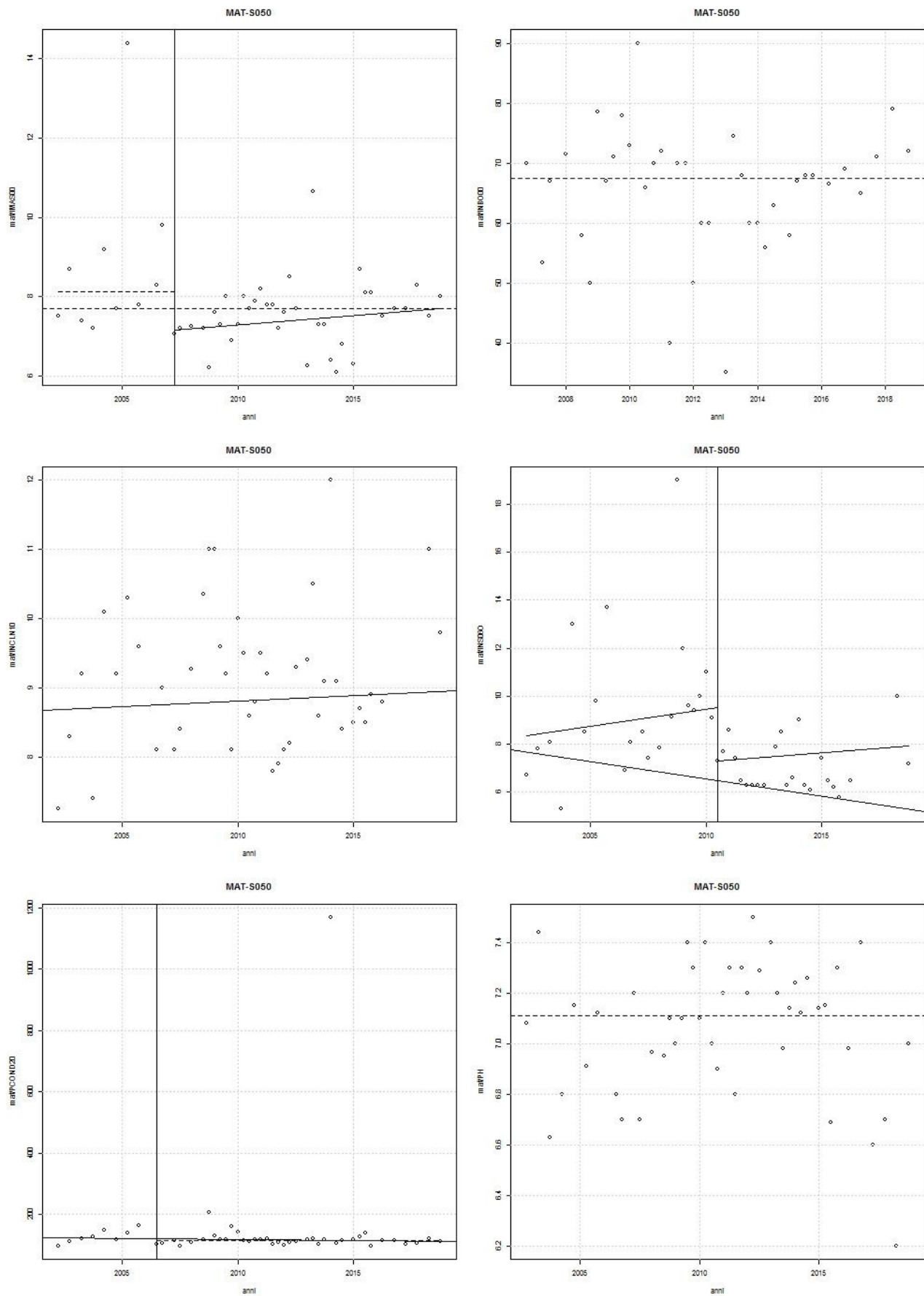


Figura 20: MAT-S050 GALLERIA DRENANTE – plot temporali analisi delle tendenze e punti di inversione

4.1.10 SORGENTE VENA VECCHIA – PIANCASTAGNAIO (MAT-S049)

Nella tabella 19 sono riportate le statistiche descrittive per i sei parametri analizzati.

PARAMETRO_NOME	N	min	max	median	mean	CV	pnorm	meanlog	CVlog	plognorm
ARSENICO - µg/L	57	-2	11,5	7,2	7,1E+00	2,1E-01	1,9E-07	6,8E+00	1,6E-01	1,9E-11
BORO - µg/L	47	-50	91	64	6,4E+01	2,0E-01	5,3E-04	6,2E+01	7,7E-02	4,4E-10
CLORURO - mg/L	51	4,8	21	8,3	8,6E+00	2,4E-01	1,0E-11	8,4E+00	8,4E-02	6,5E-09
SOLFATO - mg/L	49	3	9,9	5,7	6,0E+00	2,1E-01	6,7E-05	5,8E+00	1,1E-01	8,2E-04
CONDUTTIVITA' - µS/cm a 20°C	55	82	162,8	97,74	9,9E+01	1,2E-01	8,5E-09	9,9E+01	2,3E-02	1,0E-06
PH - unità pH	54	6,2	7,54	6,9	6,9E+00	3,1E-02	2,6E-02	6,9E+00	1,6E-02	1,7E-02

Tabella 19: MAT-S049 GALLERIA VENA VECCHIA - statistiche parametri di qualità

Le distribuzioni risultano tutte di tipo non normale o lognormale. La variabilità è nel complesso contenuta ma attraverso i diagrammi boxplot è possibile apprezzare i numerosi outliers.

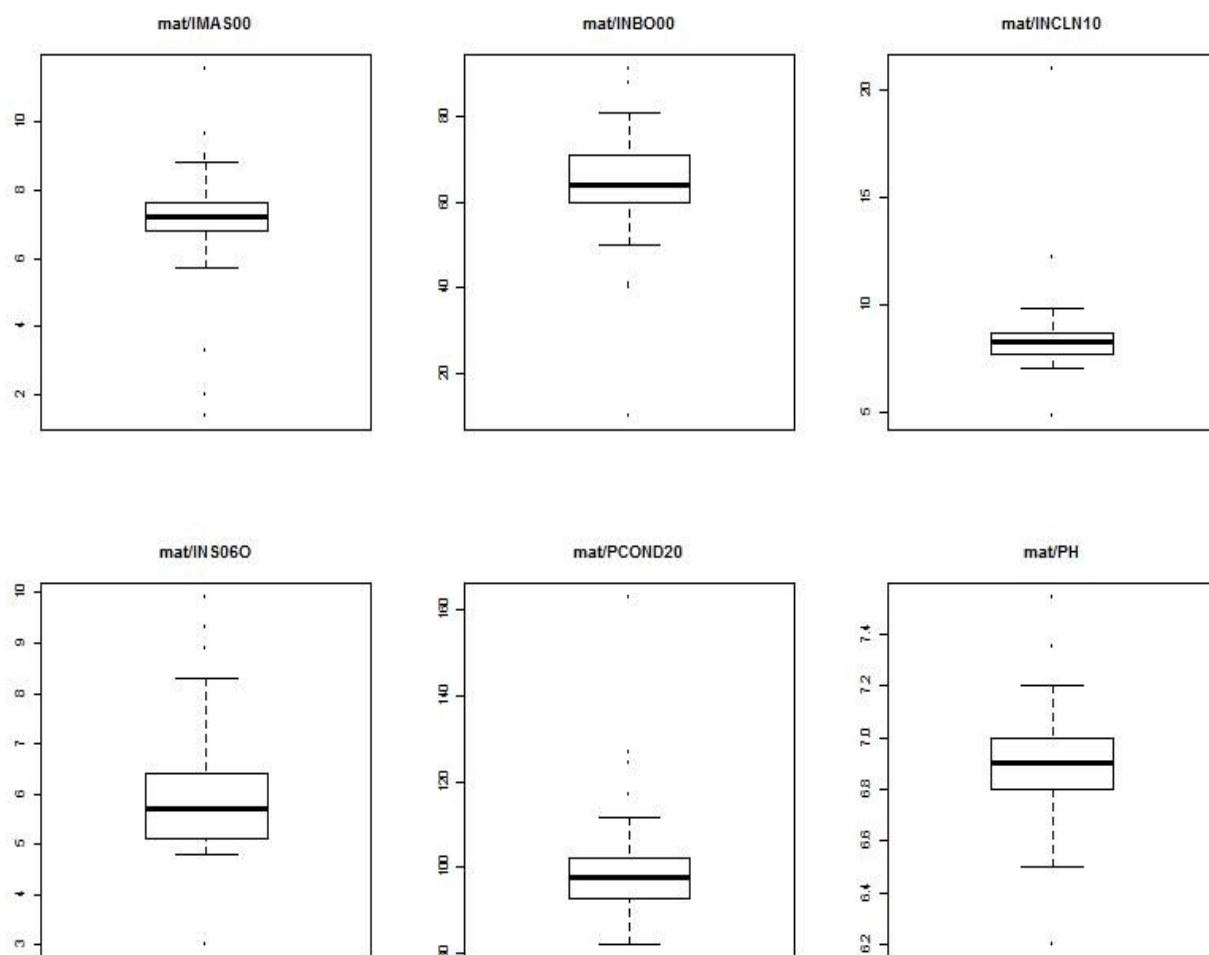


Figura 21: MAT-S049 GALLERIA VENA VECCHIA - boxplot dei parametri di qualità

I risultati dell'analisi delle tendenze e punti di inversione riportati nella tabella e plot successivi rilevano sull'intero **periodo** una tendenza significativa all'**aumento** per **cloruro** ed alla **diminuzione** per **solfato**.

Punti significativi di cambiamento sono riscontrati nel **2007** per **arsenico**, **2011** per **solfo** e **2013** per **cloruro**.

Nelle sezioni **recenti** non si ha **alcuna tendenza** mentre in quelle **precedenti** risultava in **incremento** il solo **arsenico**.

parametro	periodo	anni	median	pvalue	slope	change_time	pvalue_pit	med_pre	pvalue_pre	slope_pre	med_pos	pvalue_pos	slope_pos
ARSENICO - µg/L	2002-2018	17	7,3E+00	1,6E-01		2007,25	8,9E-02	7,8E+00	1,1E-02	1,4E-01	7,3E+00	7,1E-01	
BORO - µg/L	2006-2018	13	6,4E+01	4,7E-01									
CLORURO - mg/L	2002-2018	16	8,4E+00	5,2E-06	2,2E-02	2013,25	2,1E-05	8,1E+00	3,7E-01		9,0E+00	5,3E-01	
SOLFATO - mg/L	2002-2018	16	5,7E+00	4,9E-03	-1,5E-02	2011,50	4,1E-03	6,2E+00	7,2E-01		5,4E+00	2,9E-01	
CONDUTTIVITA' - µS/cm a 20°C	2002-2018	17	9,7E+01	7,7E-01									
PH - unità pH	2002-2018	17	6,9E+00	8,1E-01									

Tabella 20: MAT-S049 GALLERIA VENA VECCHIA - risultati analisi tendenze e punti d'inversione

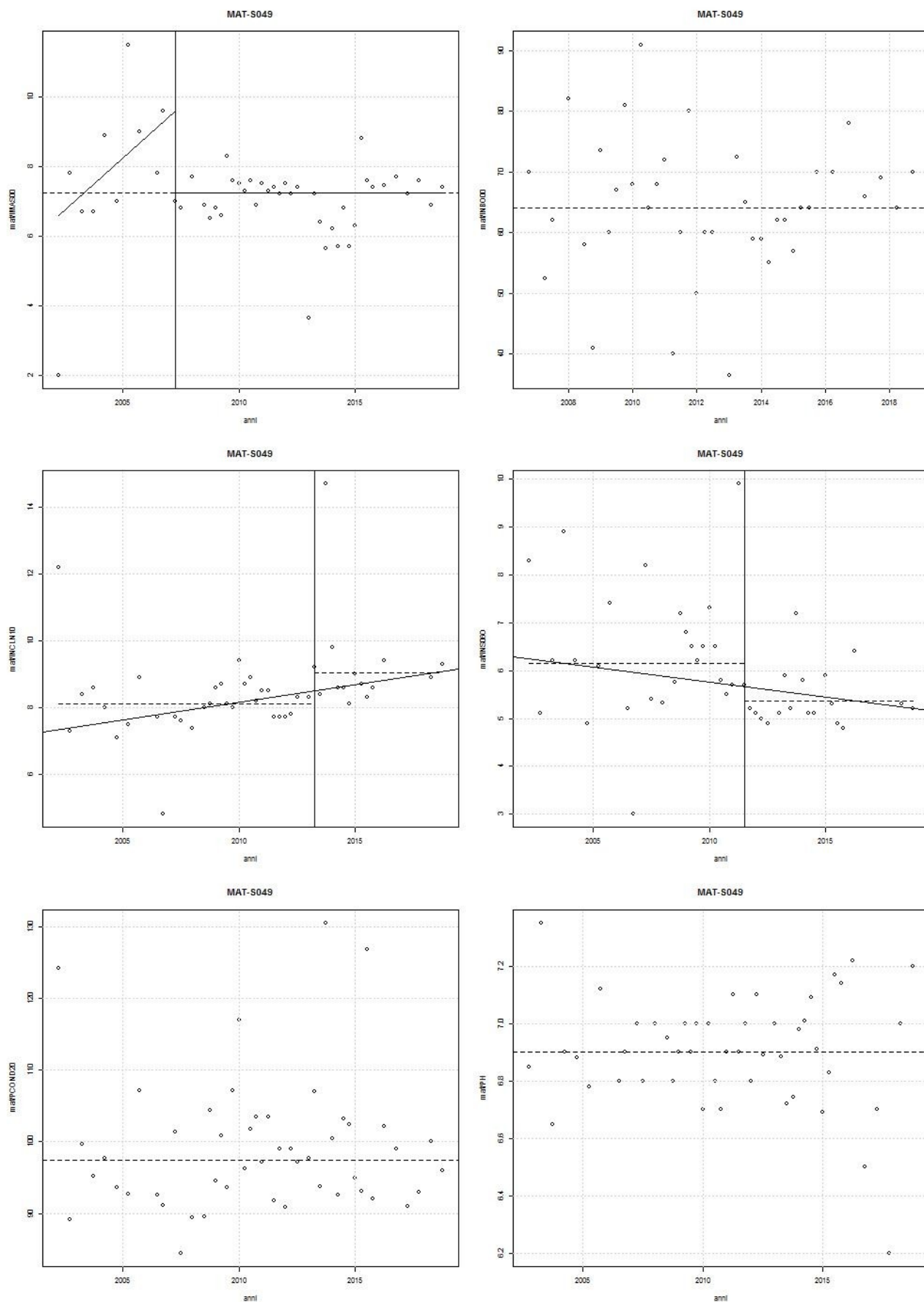


Figura 22: MAT-S049 GALLERIA VENA VECCHIA – plot temporali analisi delle tendenze e punti di inversione

4.2 DECOMPOSIZIONE ED ANALISI SERIE TEMPORALI DELL'ARSENICO

Visto il quantitativo di dati in possesso, è stato ritenuto avviare una specifica analisi statistica generale del parametro più significativo della zona del Monte Amiata. Per questo, nelle figure successive sono riportati i diagrammi di decomposizione ed autocorrelazione delle serie temporali per quanto concerne il parametro dell'**arsenico** di tutte le sorgenti monitorate.

Per ogni sorgente, è stata avviata una decomposizione dei valori di variabilità delle concentrazioni di arsenico, che consiste nel fornire delle sottoserie sequenziali rese osservabili attraverso l'elaborazione di grafici specifici tutti funzione del tempo.

Per ogni sorgente saranno predisposte 2 figure, nella prima sarà osservabile la decomposizione della serie temporale, mentre nella seconda sarà visibile il trend di autocorrelazione.

La prima figura sarà articolata in 4 diagrammi specifici che corrispondono, partendo dall'alto, alla variazione temporale delle concentrazioni dell'arsenico per la singola sorgente in funzione del tempo. Il secondo diagramma mostra l'analisi del trend della variabilità mostrando di fatto la componente tendenziale del fenomeno.

Un terzo diagramma rappresenta la stagionalità, ossia la componente stagionale della serie, ed evidenzia le variazioni di analoga intensità negli stessi periodi dell'anno.

Il quarto grafico ottenuto deriva dalla differenza dei valori della funzione con quelli del trend e della stagionalità ricavata.

La seconda figura, come ricordato, rappresenta un'ulteriore elaborazione che consiste nella autocorrelazione. Trattasi di una elaborazione statistica che di fatto mette a confronto l'andamento delle concentrazioni di arsenico con il fine di verificare se sussistano nel tempo situazioni di somiglianza (correlazione).

Pertanto, laddove i valori risultano simili si avrà una correlazione positiva, viceversa, dove i valori risultano negativi significa che l'andamento si presenta con concentrazioni di segno opposto.

L'autocorrelazione si utilizza per verificare se sussistono valori periodici che si ripetono nel tempo individuando fenomeni di ciclicità.

SORGENTE GALLERIA BASSA – SANTA FIORA (MAT-S143)

La stazione denuncia nella componente trend una ciclicità che l'analisi della autocorrelazione qualifica, come significativa in due occasioni, per **3 anni** di primo **semiperiodo** e **10** di secondo **periodo**, influenzata quest'ultima certamente dai due eventi di minima nel 2004 e 2014. In media è dunque possibile riconoscere una ciclicità media di $(3*2+10/2)/2 = 4$ anni

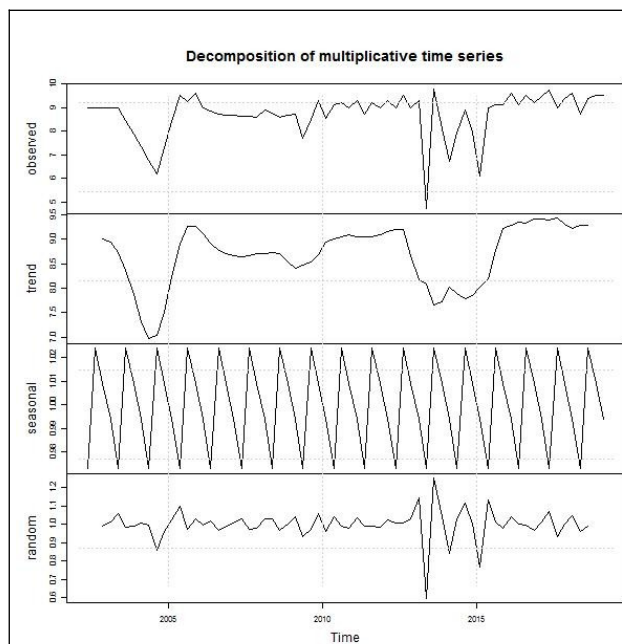


Figura 23: MAT-S143 GALLERIA BASSA decomposizione

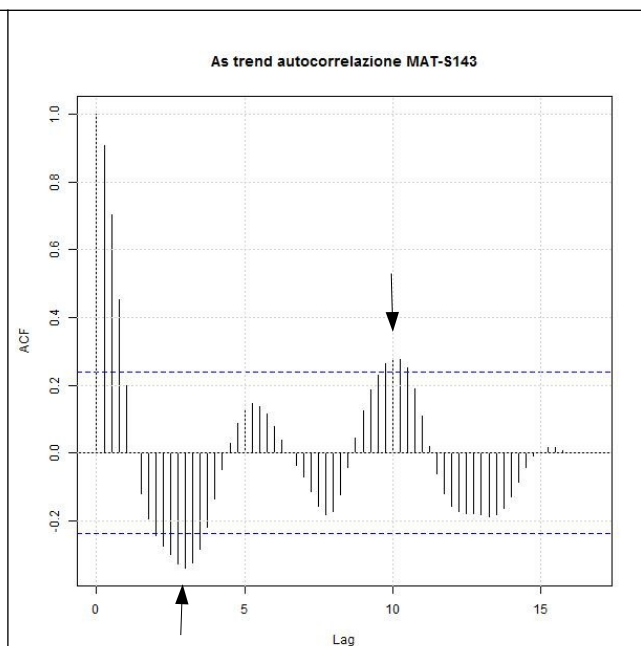


Figura 24: MAT-S143 GALLERIA BASSA autocorrelazione

4.2.1 SORGENTE GALLERIA ALTA – SANTA FIORA (MAT-S020)

Nelle figure successive sono riportati i diagrammi di decomposizione ed autocorrelazione della serie temporale di arsenico. La stazione mette in evidenza nella componente trend una notevole ciclicità, la cui frequenza sembra progressivamente contrarsi e che l'analisi della autocorrelazione qualifica, come significativa, in **2,5 anni** nel primo **semiperiodo** e **5,5 anni** nel primo **periodo**. La ciclicità media che è possibile riconoscere per la serie temporale è dunque $(2,5*2+5,5)/2 = 5,25$ anni.

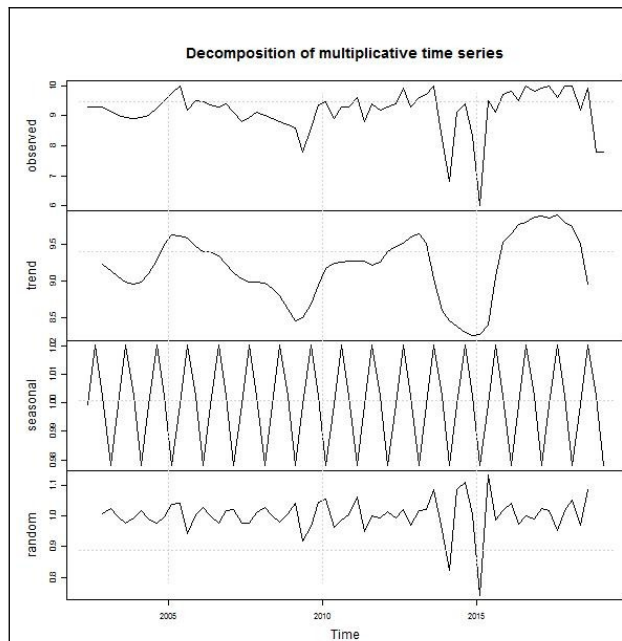


Tabella 21: MAT-S020 GALLERIA ALTA decomposizione

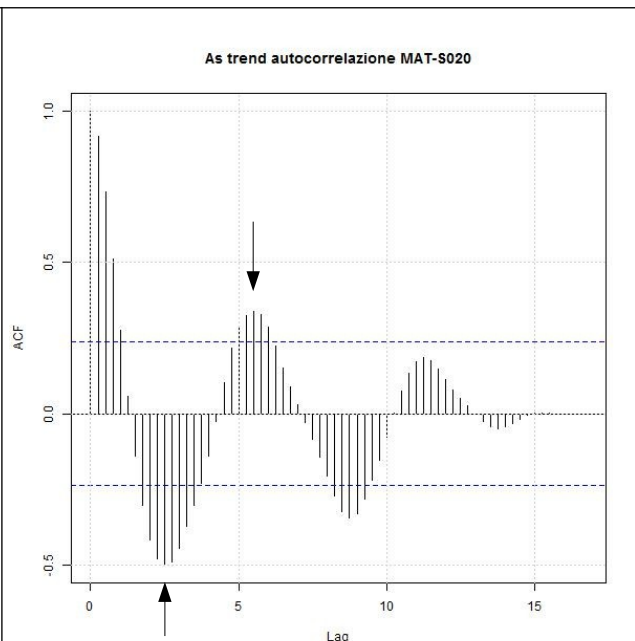


Tabella 22: MAT-S020 GALLERIA ALTA autocorrelazione

4.2.2 SORGENTE ENTE – ARCIDOSSO (MAT-S010)

Nelle figure successive sono riportati i diagrammi di decomposizione ed autocorrelazione della serie temporale dell'arsenico. La componente trend mette in evidenza una moderata ciclicità ed una forte oscillazione avvenuta intorno al 2014. L'analisi della autocorrelazione qualifica un'unica periodicità significativa in **4** anni di primo **semiperiodo** corrispondente ad una ciclicità di $4 \times 2 = 8$ anni.

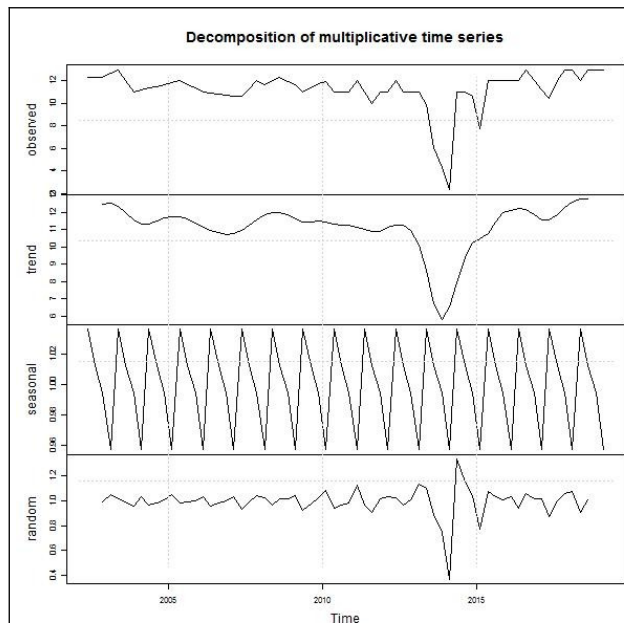


Tabella 23: MAT-S010 GALLERIA ENTE decomposizione

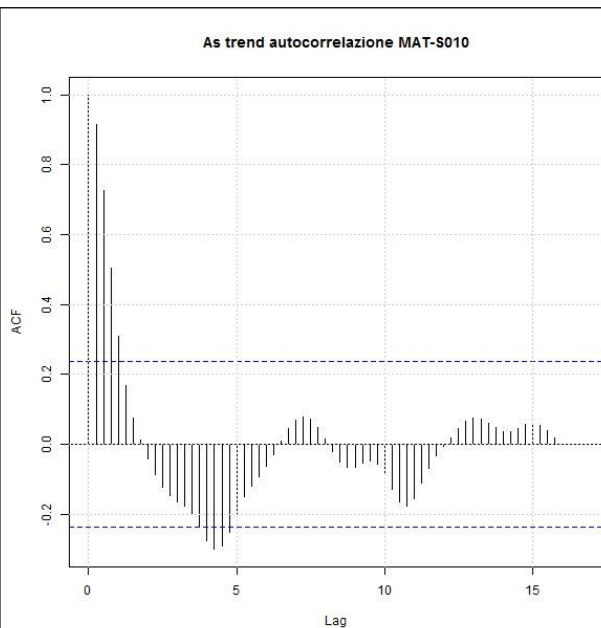


Tabella 24: MAT-S010 GALLERIA ENTE autocorrelazione

4.2.3 SORGENTE CROGNOLO – CASTEL DEL PIANO (MAT-S011)

Nelle figure successive sono riportati i diagrammi di decomposizione ed autocorrelazione della serie temporale di **arsenico**. La stazione denuncia nella componente trend una complessiva stazionarietà, l'analisi della autocorrelazione qualifica una possibile ciclicità di semiperiodo, da massimo a minimo, di 7,5 anni di secondo semiperiodo influenzata dalle forti oscillazioni di inizio 2006 e metà 2013. La ciclicità che è possibile riconoscere in questo caso è valutata come $7,5/1,5 = 5$ anni.

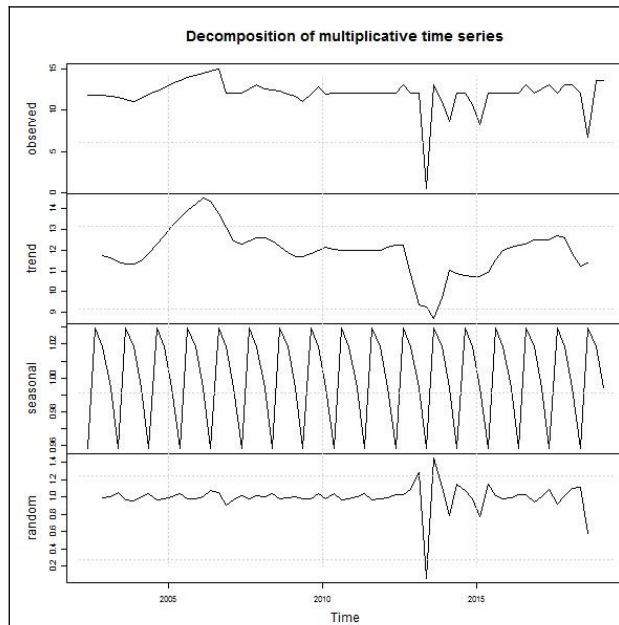


Figura 25: MAT-S011 GALLERIA CROGNOLO decomposizione

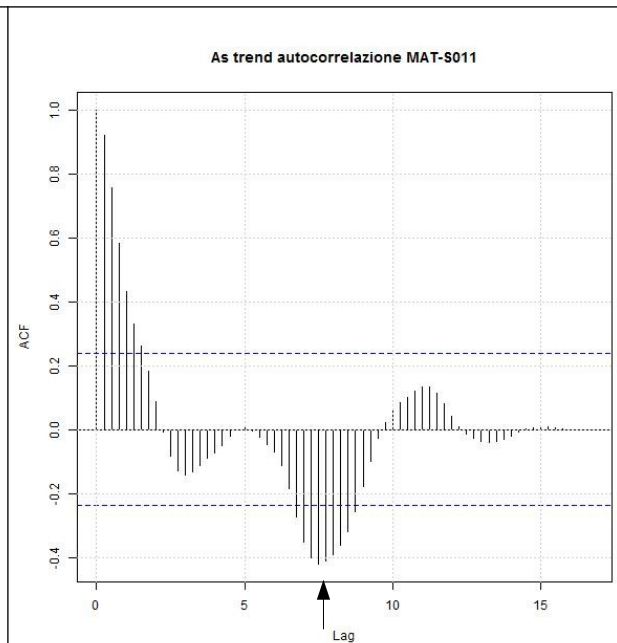


Figura 26: MAT-S011 GALLERIA CROGNOLO autocorrelazione

4.2.4 SORGENTE BURLANA – SEGGIANO (MAT-S021)

Nelle figure successive sono riportati i diagrammi di decomposizione ed autocorrelazione della serie temporale di arsenico. La stazione denuncia nella componente trend una complessa ciclicità che l'analisi della autocorrelazione qualifica come significativa per **5,25 anni** forse di secondo **semiperiodo**. La ciclicità risulterebbe dunque **3,5 anni**.

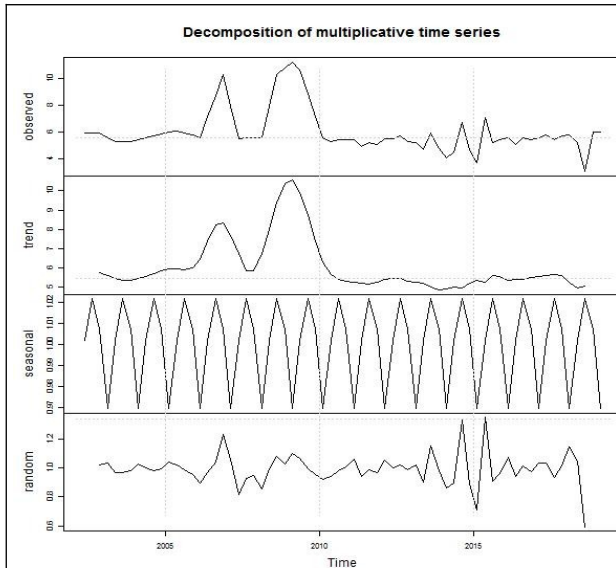


Figura 27: MAT-S021 GALLERIA BURLANA
decomposizione

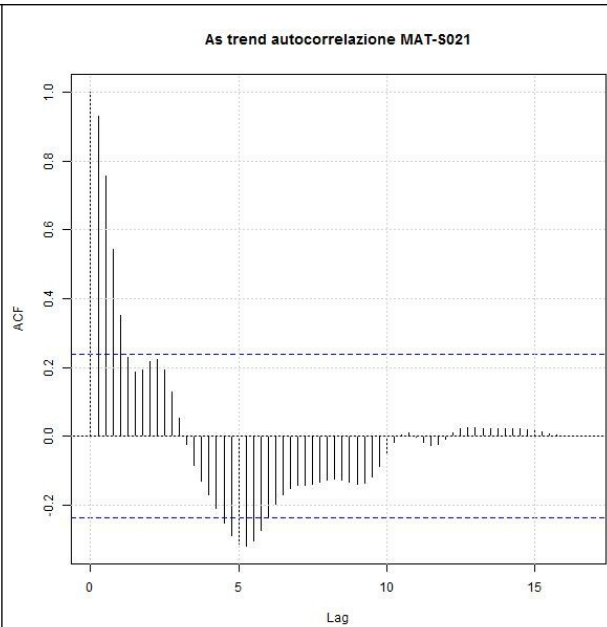


Figura 28: MAT-S021 GALLERIA BURLANA
autocorrelazione

4.2.5 SORGENTE ERMICCIOLO – CASTIGLIONE D'ORCIA (MAT-S045)

Nelle figure successive sono riportati i diagrammi di decomposizione ed autocorrelazione della serie temporale di arsenico. La componente trend si presenta nel complesso stazionaria con un'unica forte oscillazione nel 2005. Si rileva una debole significatività soltanto per 8,5 anni di secondo semiperiodo, corrispondente ad una possibile ciclicità di $8,5/1,5 = 5,7$ anni.

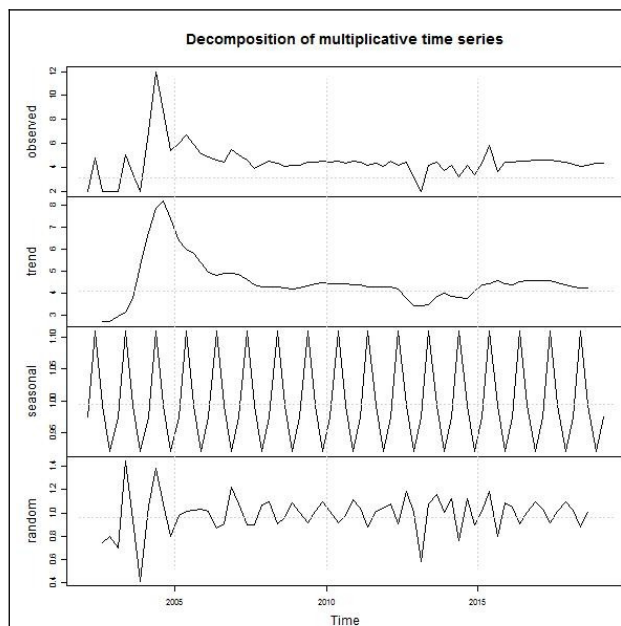


Figura 29: MAT-S045 GALLERIA ERMICCIOLO decomposizione

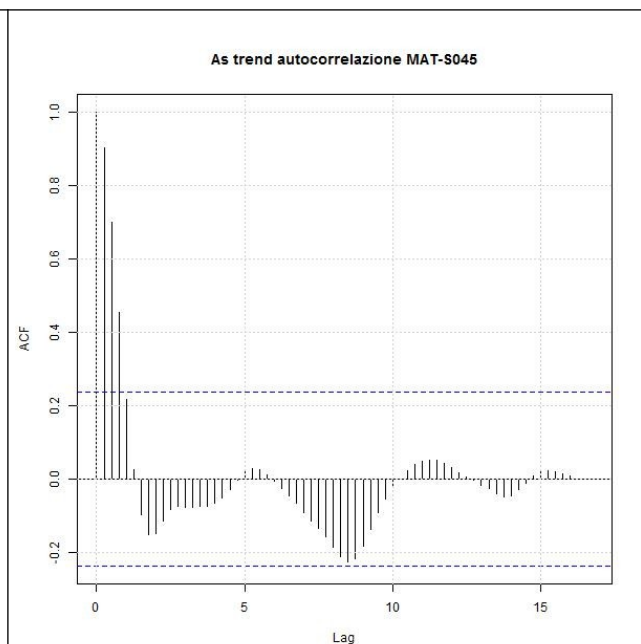


Figura 30: MAT-S045 GALLERIA ERMICCIOLO autocorrelazione

4.2.6 SORGENTE PIAN DEI RENAI – ABBADIA SAN SALVATORE (MAT-P350)

I diagrammi di decomposizione ed autocorrelazione della serie temporale di arsenico mostrano, nella componente trend, una discreta ciclicità che l'analisi della autocorrelazione qualifica come significativa per **2,75 anni** di primo semiperiodo per **5,25 anni** di primo periodo. La ciclicità media è dunque $(2,75 \cdot 2 + 5,25) / 2 = 5,375$ anni.

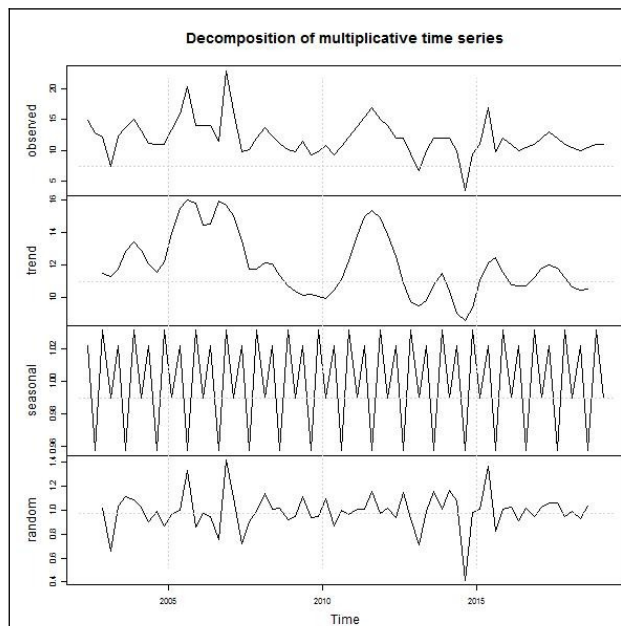


Figura 31: MAT-P350 POZZO PIAN DEI RENAI decomposizione

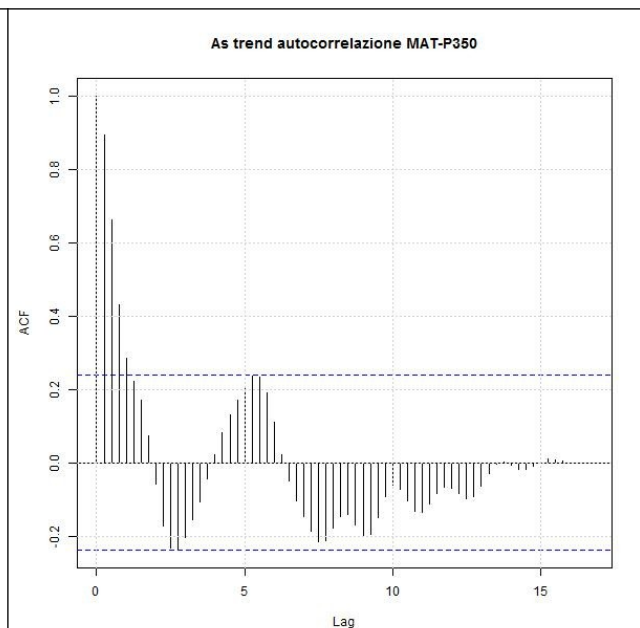


Figura 32: MAT-P350 POZZO PIAN DEI RENAI autocorrelazione

4.2.7 SORGENTE ACQUA GIALLA – ABBADIA SAN SALVATORE (MAT-P596)

I diagrammi di decomposizione ed autocorrelazione della serie temporale di arsenico mostrano debole diminuzione con forti oscillazioni tra il 2010 ed il 2011. L'analisi della autocorrelazione qualifica una periodicità significativa per **2,75 anni** di primo **semiperiodo** corrispondente ad una ciclicità di **5,5 anni**.

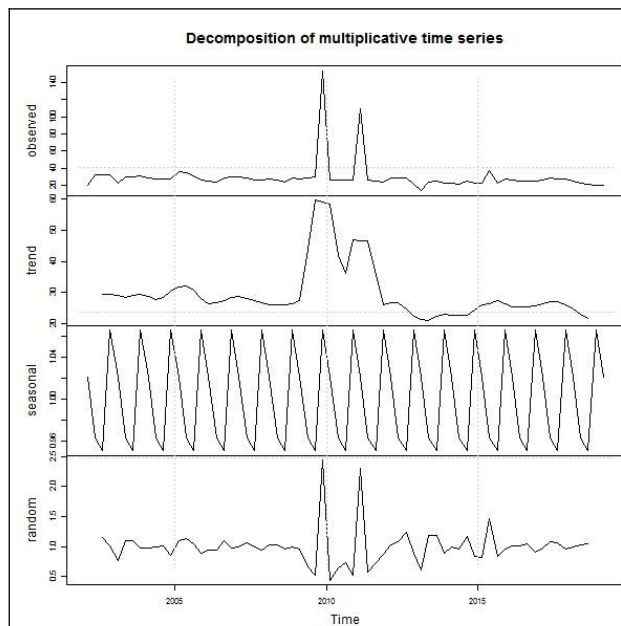


Figura 33: MAT-P596 GALLERIA ACQUA GIALLA decomposizione

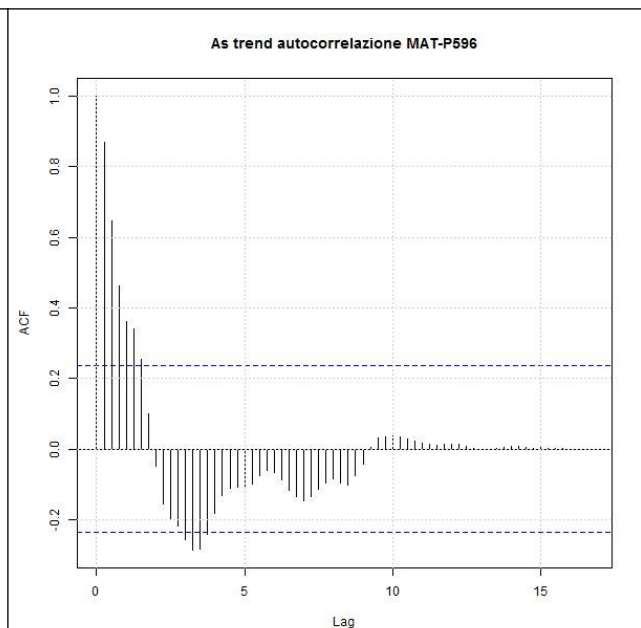


Figura 34: MAT-P596 GALLERIA ACQUA GIALLA autocorrelazione

4.2.8 SORGENTE GALLERIA DRENANTE – PIANCASTAGNAIO (MAT-S050)

Nei diagrammi di decomposizione ed autocorrelazione della serie temporale di arsenico la stazione denuncia nella componente trend una discreta ciclicità che l'analisi della autocorrelazione qualifica come significativa per **9,25 anni** di secondo **semiperiodo**, influenzata quest'ultima certamente dai due eventi di minima nel 2005 e 2014. La ciclicità è pertanto di $9,25/1,5 = 6,1$ anni.

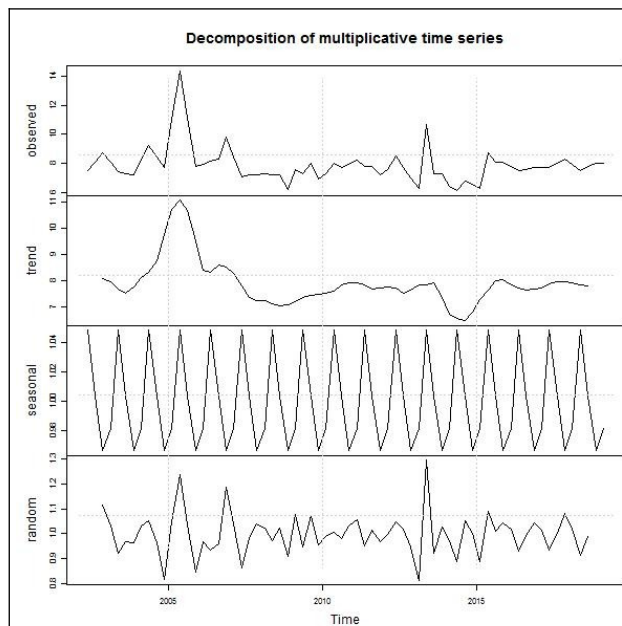


Figura 35: MAT-S050 GALLERIA DRENANTE decomposizione

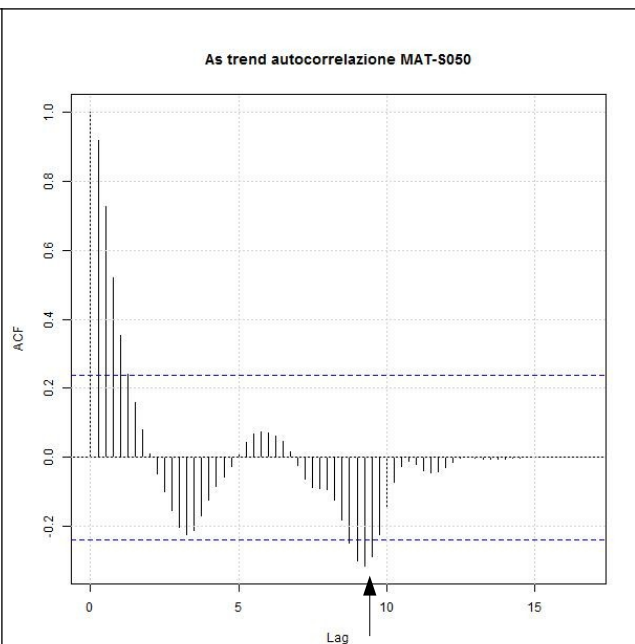


Figura 36: MAT-S050 GALLERIA DRENANTE autocorrelazione

4.2.9 SORGENTE VENA VECCHIA – PIANCASTAGNAIO (MAT-S049)

I diagrammi di decomposizione ed autocorrelazione della serie temporale di arsenico, riportati nella tabella e figure successive, rilevano nella componente trend una notevole ciclicità che l'analisi della autocorrelazione qualifica, come significativa, quella con secondo **semiperiodo** di poco meno di **7,75 anni**, responsabile dall'evento di massimo del 2005 seguito dall'evento di minima del 2013. La ciclicità è dunque $7,75/1,5 = 5,17$ anni.

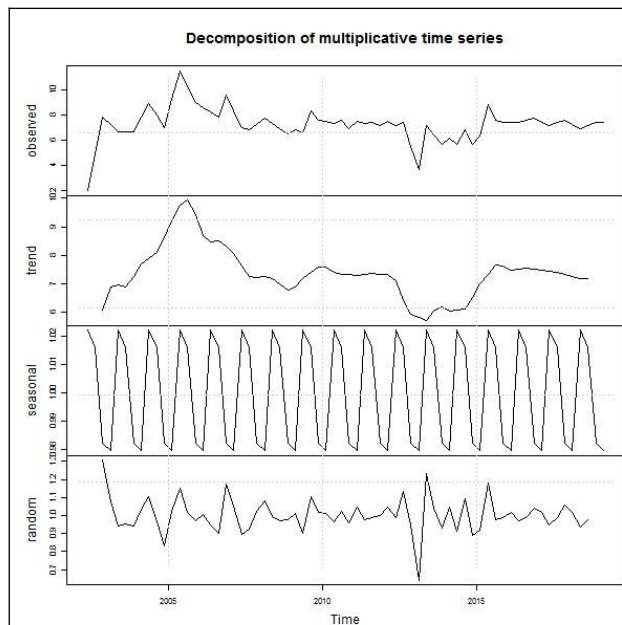


Figura 37: MAT-S049 GALLERIA DRENANTE decomposizione

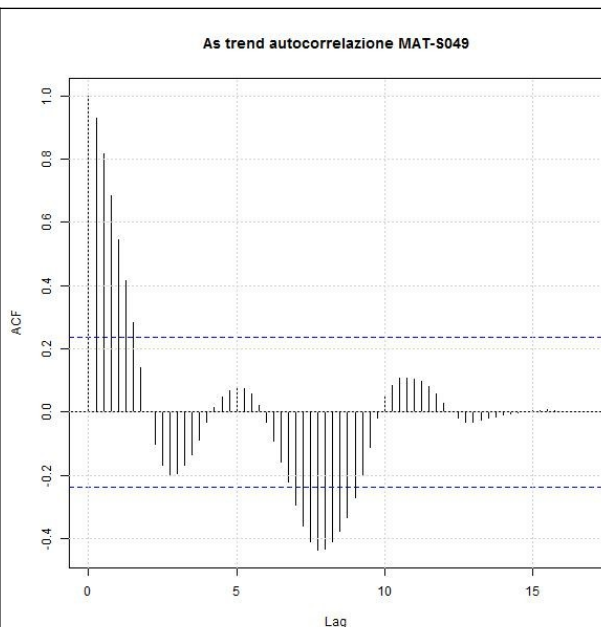


Figura 38: MAT-S049 GALLERIA DRENANTE autocorrelazione

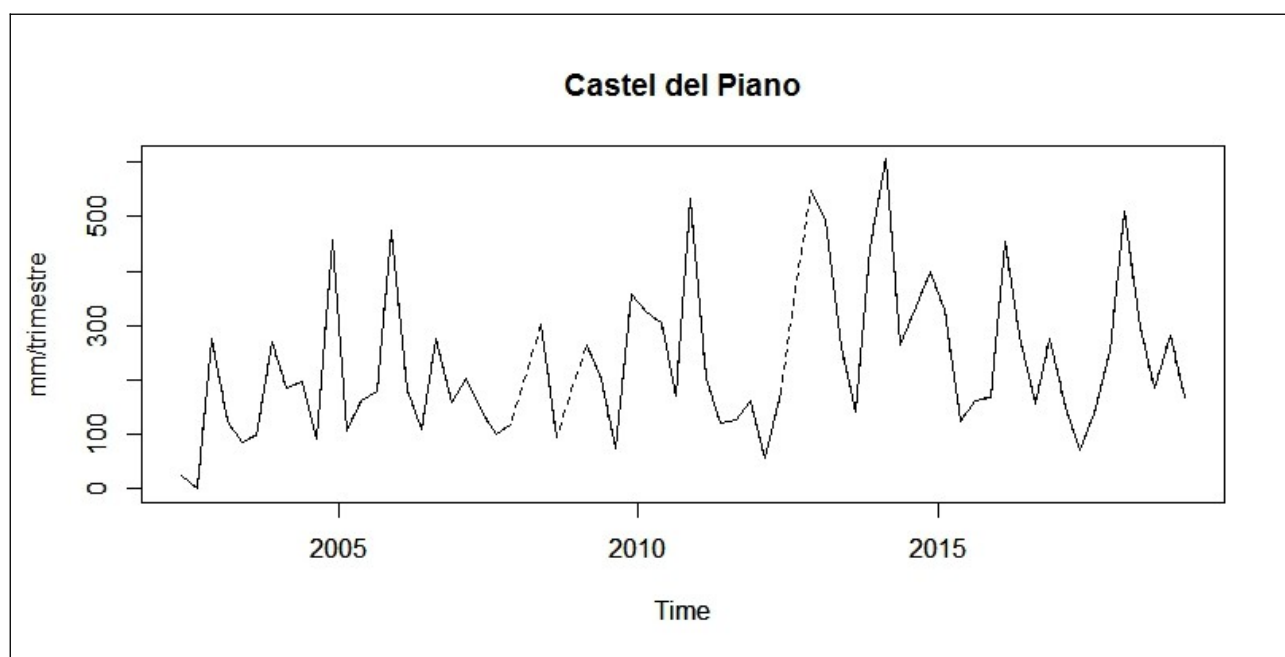
4.3 DECOMPOSIZIONE ED ANALISI SERIE TEMPORALI PIOGGE E LIVELLI

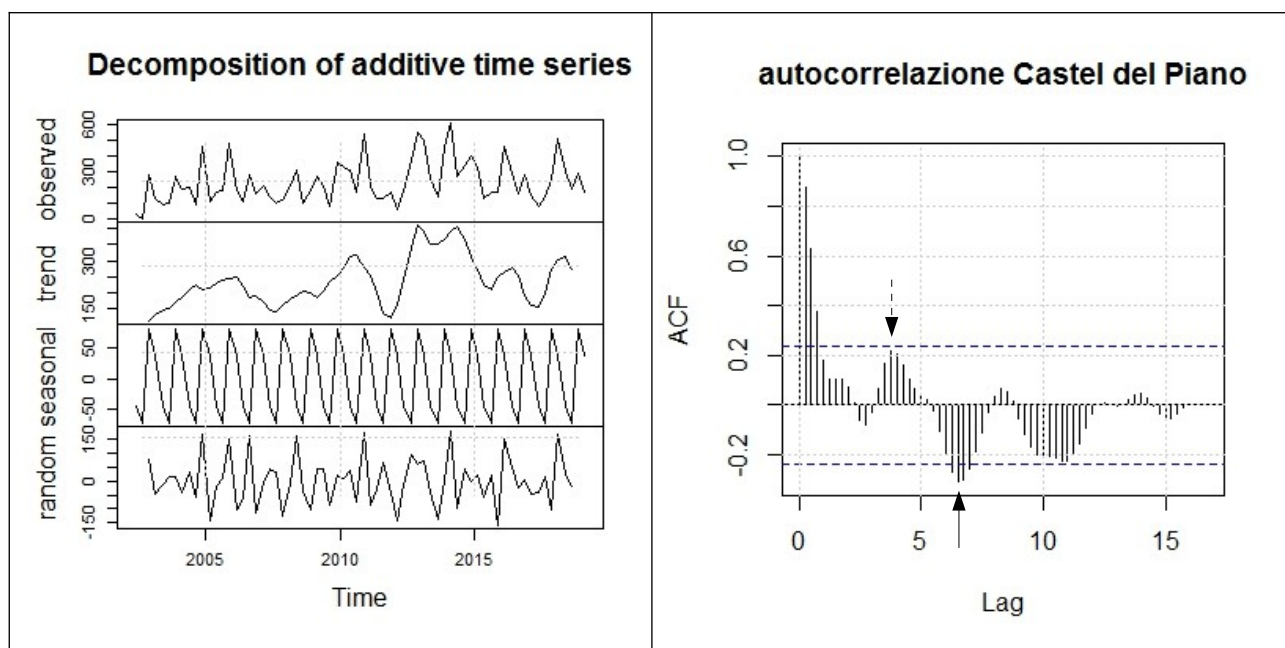
I dati relativi allo stato quantitativo del corpo idrico sono rappresentati dalle registrazioni pluviometriche della vicina stazione di Castel del Piano e piezometriche delle stazioni Lazzaretti e Santa Fiora 8.

stazione	parametro	periodo	N	min	max	median	mean
Castel del Piano	piogge giornaliere [mm]	2002 - 2019	6200	0	136,8	0	2,54E+00
Santa Fiora 8	livello piezometrico [mslm]	2011 - 2019	2797	-314,71	-290,58	-301,79	-3,02E+02
David Lazzaretti		2008 - 2019	3118	-40,79	-36,38	-37,73	-3,80E+01

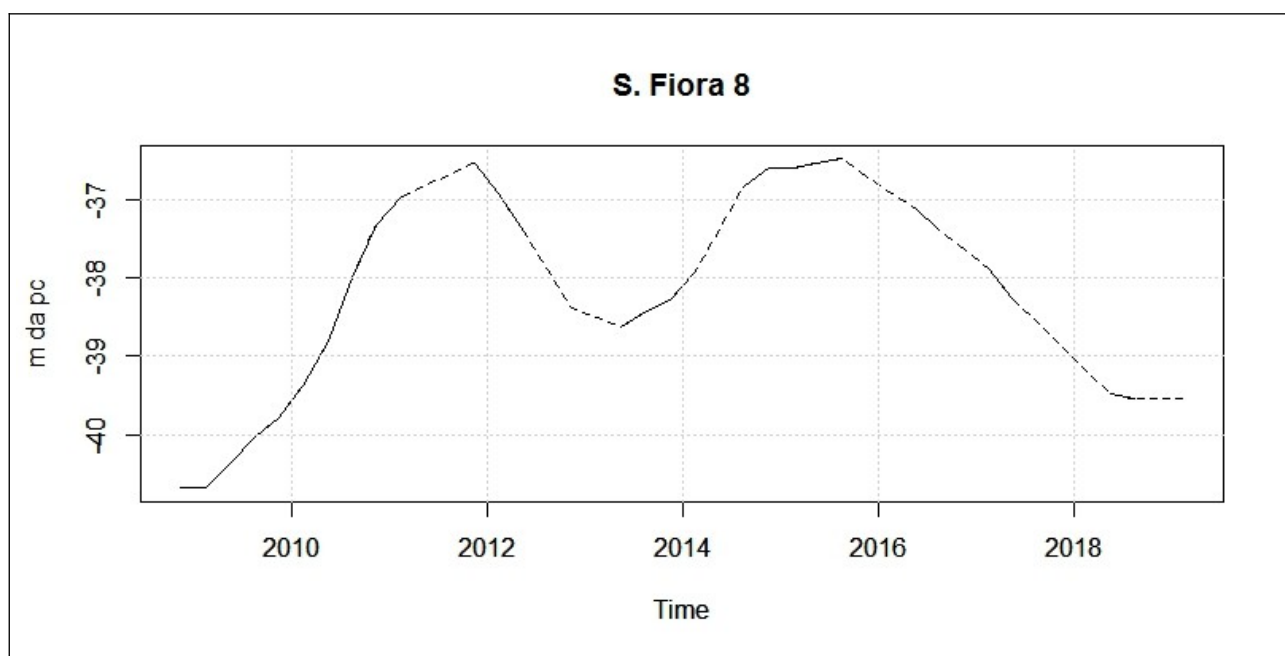
Tabella 25: statistiche delle serie temporali di precipitazione e piezometria

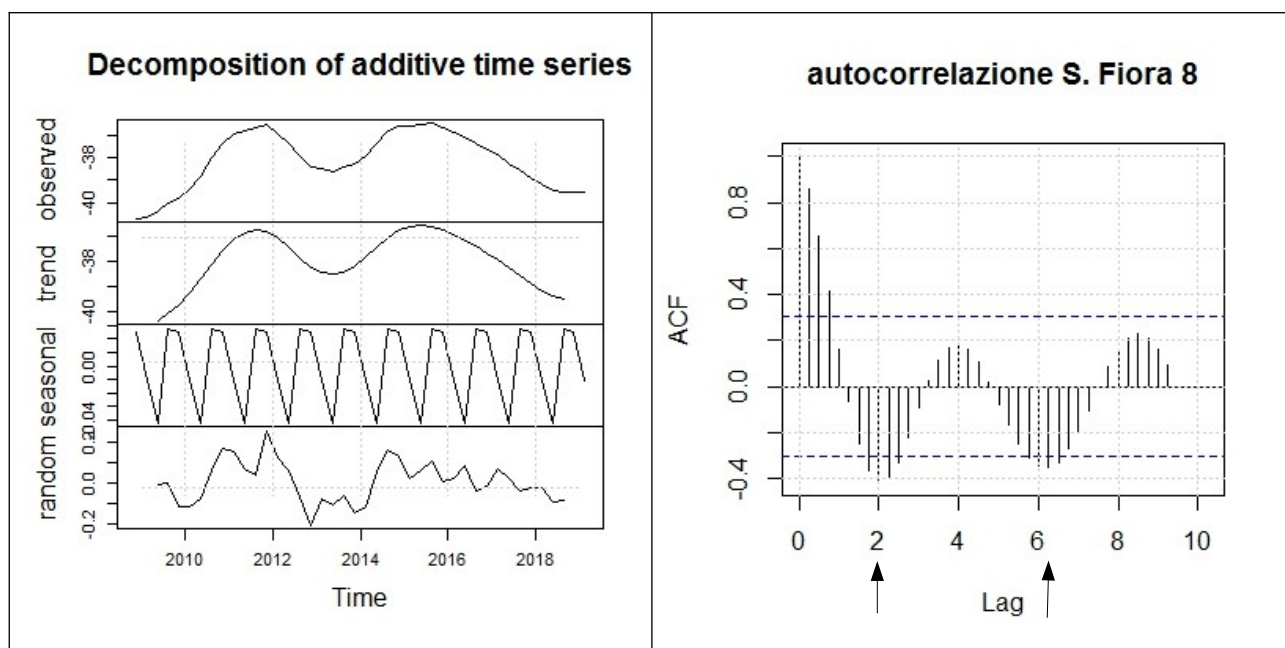
La serie più consistente del **pluviometro** di **Castel del Piano** presenta una componente di trend in generale incremento nel periodo con forti escursioni legate, oltre che alla naturale stagionalità, a più ciclicità pluriennali qualificate come statisticamente significative per **3,75 anni** come **periodo completo** (massimo massimo) e **6,5** come **semiperiodo**. La **periodicità** media che possiamo riconoscere per la stazione è di circa **4 anni** $(6,5/1,5 + 3,75)/2$. Di rilievo anche la componente random casuale.





L'analisi della serie temporale dei livelli piezometrici medi trimestrali della **stazione Santa Fiora 8** mette in maggiore evidenza la presenza dei citati trend pluriennali. Nel diagramma si rivelano significativi due **semiperiodi** di **2** e **6,25 anni**, nel complesso confrontabili, $(2*2+6,25/1,5)/2 = 3,4$ **anni**, alla ciclicità prima notata di 4 anni per la stazione pluviometrica.





Nella serie del piezometro Lazzaretti, per quanto di minore durata, sembra confermarsi la presenza del **semiperiodo** di **2,25 anni** anche questo confrontabile ($2,25 * 2 = 4,5$ anni) ai periodi prima notati di 4 e 3,4 anni.

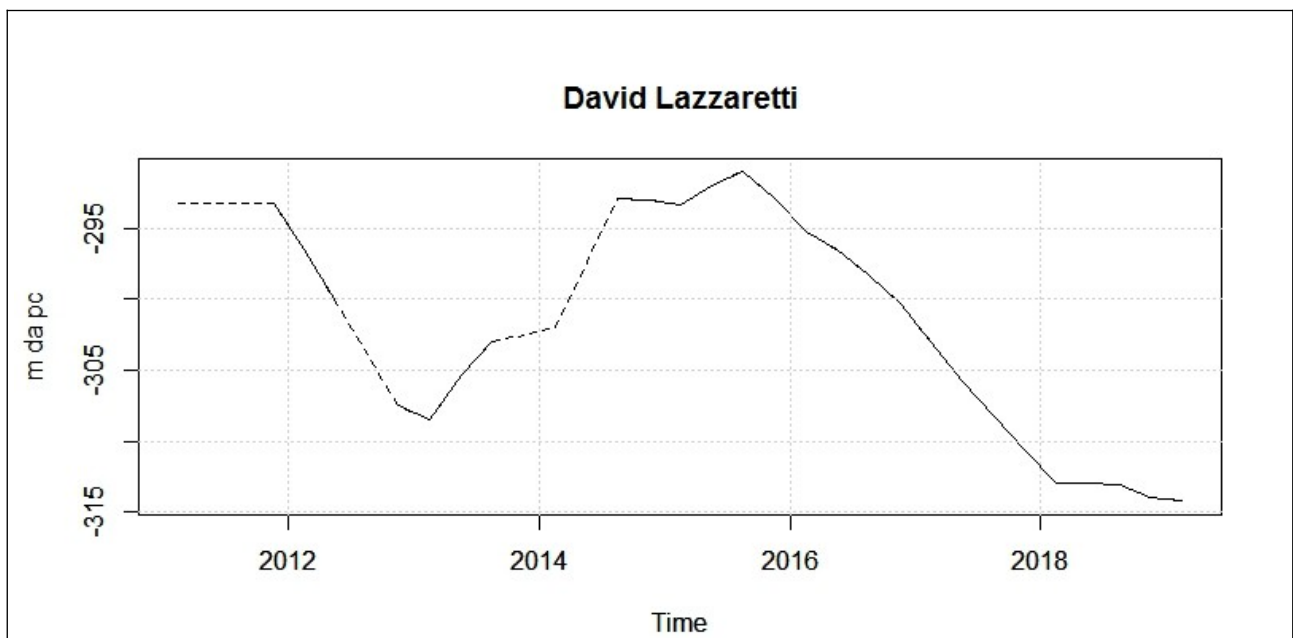


Figura 39: freatimetro Lazzaretti - serie temporale

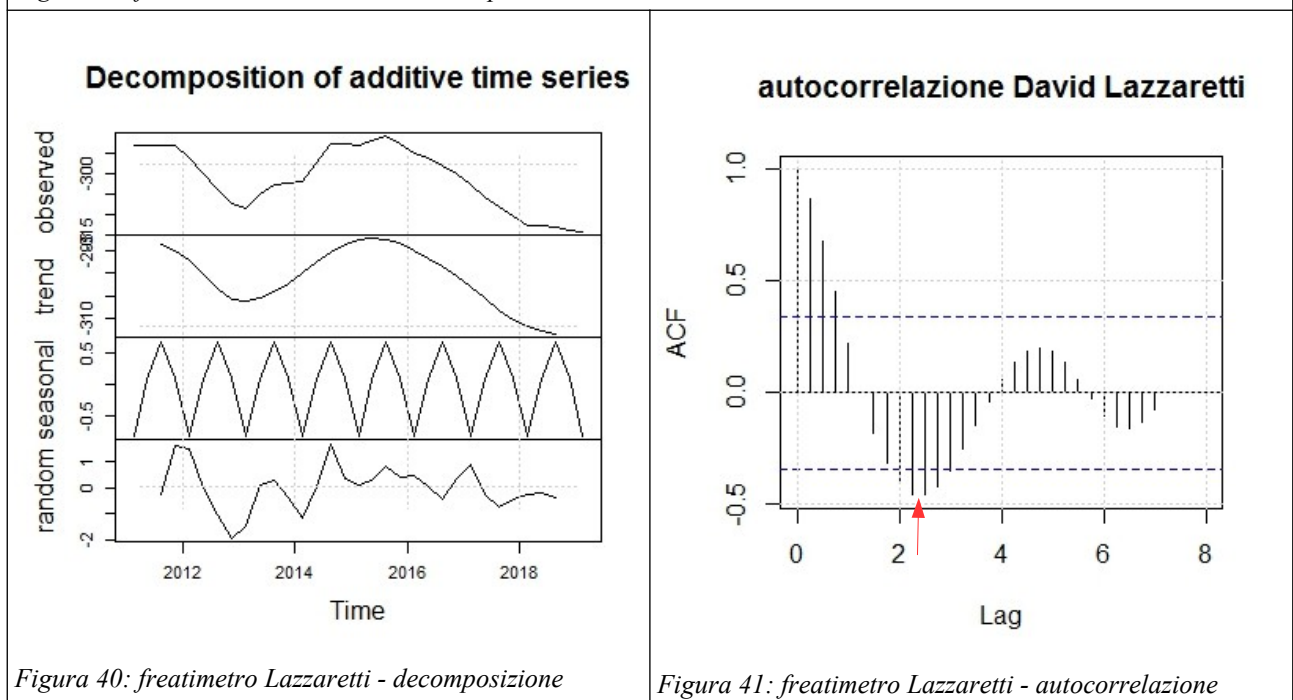


Figura 40: freatimetro Lazzaretti - decomposizione

Figura 41: freatimetro Lazzaretti - autocorrelazione

4.4 RAPPORTI TRA STATO CHIMICO E STATO QUANTITATIVO

Nella tabella seguente sono riportate, in sintesi, le diverse determinazioni della ciclicità ottenute per le diverse variabili (piogge, freatimetria, tenori di arsenico) sulle varie stazioni.

Come è possibile osservare, la ciclicità pluriennale di 4 anni originariamente ottenuta per il pluviometro si riflette, con qualche approssimazione, nella freatimetria.

Per quanto riguarda i tenori di arsenico alle sorgenti, le ciclicità sono molto vicine alle ciclicità delle forzanti idrologiche benché resti da spiegare un sensibile eccesso, in media 5,4 anni.

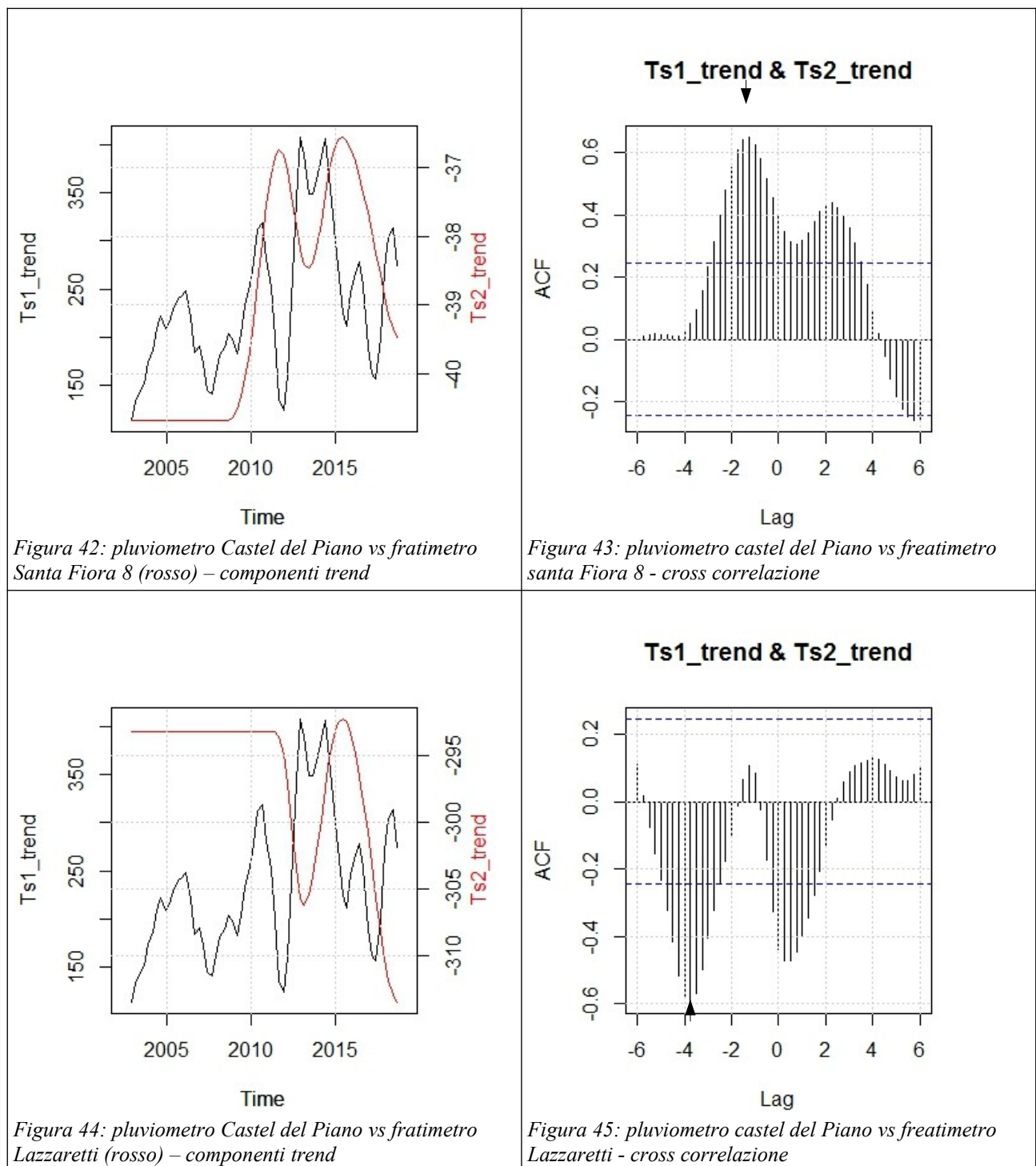
Ciclicità elementari in anni Autocorrelazione serie temporali (pioggia, piezometria, arsenico)		
pluviometro Castel del Piano		4
freatimetro S. Fiora 8		3,4
freatimetro Lazzaretti		4,5
grossetano W	MAT-S143 GALLERIA BASSA	4
	MAT-S020 GALLERIA ALTA	5,3
	MAT-S010 ENTE	8
	MAT-S011 CROGNOLO	5
	MAT-S021 BURLANA	3,5
senese E	MAT-S045 ERMICCIOLO	5,7
	MAP-P350 PIAN DEI RENAI	5,4
	MAT-P596 ACQUA GIALLA	5,5
	MAT-S050 GALLERIA DRENANTE	6,1
	MAT-S049 VENA VECCHIA	5,2

Tabella 26: Quadro di sintesi delle ciclicità elementari ottenute dall'autocorrelazione delle serie temporali

4.4.1 Correlazione tra piogge e livelli piezometrici

Analizzando la cross-correlazione, sempre delle componenti trend, per le serie più lunghe Castel del Piano (Ts1) e Santa Fiora 8, appare con evidenza l'esistenza del tempo di ritardo, già noto⁷, di 1,5 anni (18 mesi), in media, tra pluviometria e freatimetria. Per Santa Fiora si ottiene infatti un ritardo di **1,25 anni** mentre per Lazzaretti, pur con qualche approssimazione dovuta alla minore estensione della serie temporale dal dato del semiperiodo (3,75/1,5), si ottengono 2,5 o ancora **1,25 anni**.

⁷Un ritardo di 1,5 anni, compatibile con gli stessi tempi di esaurimento delle sorgenti è stato peraltro già notato dal gruppo di lavoro dell'Università di Siena coordinato dal Prof. Barazzuoli (AA.VV. 2008)AA.VV. (2008) – Studio geostrutturale, idrogeologico e geochimico ambientale dell'area amiatina – Regione Toscana.



4.4.2 Correlazione tra piogge e tenori di arsenico alle sorgenti

La stessa analisi di cross correlazione è stata inoltre realizzata tra la stessa forzante idrologica della precipitazione con le serie temporali di arsenico sulle 10 stazioni in esame.

Secondo l'ipotesi le oscillazioni pluriennali delle concentrazioni di arsenico potrebbero seguire quelle della pluviometria, con lo stesso sfasamento di 1,5 anni determinato sui livelli piezometrici, nel senso di una ciclica diluizione, nei momenti di alto piezometrico, o concentrazione nei momenti di minimo.

I grafici riportati di seguito, così come la tabella di sintesi, nel complesso sembrano confermare tale ipotesi. Una differenza sensibile di poco meno di un anno sembra esistere tra le sorgenti del

versante grossetano, che rispondono in poco meno di un anno, e quelle del versante senese, che impiegano quasi due anni. Differenza già notata anche nel precedente report di ARPAT (2015)⁸.

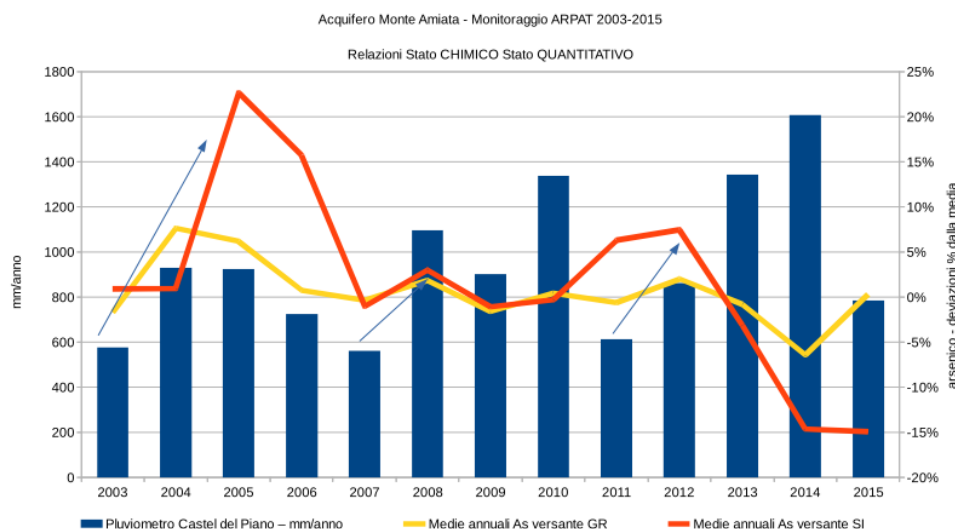


Figura 46: Relazioni tra stato chimico (variabilità dei tenori di arsenico) e stato quantitativo (piogge). ARPAT (2015)

Tempi di ritardo in anni Cross correlazione serie temporali (pioggia > freatimetria / pioggia > arsenico)		
freatimetro S. Fiora 8		1,25
freatimetro Lazzaretti		1,25
media amiata		1,38
media sorgenti grossetane		0,85
grossetano W	MAT-S143 GALLERIA BASSA	0,5
	MAT-S020 GALLERIA ALTA	1,0
	MAT-S010 ENTE	0,75
	MAT-S011 CROGNOLO	0,5
	MAT-S021 BURLANA	1,5
media sorgenti senesi		1,9
senese E	MAT-S045 ERMICCILOLO	1,5
	MAP-P350 PIAN DEI RENAI	3,8
	MAT-P596 ACQUA GIALLA	2,25
	MAT-S050 GALLERIA DRENANTE	1,75
	MAT-S049 VENA VECCHIA	0,25

Tabella 27: Quadro di sintesi dei tempi di ritardo dalle precipitazioni ottenute dalla cross correlazione delle serie temporali

⁸ ARPAT (2015) Acquifero del Monte Amiata Monitoraggio ARPAT anni 2003 – 2015
<http://www.arp.at.toscana.it/documentazione/catalogo-pubblicazioni-arp.at/acquifero-del-monte-amiata-monitoraggio-arp.at-anni-2003-2015>

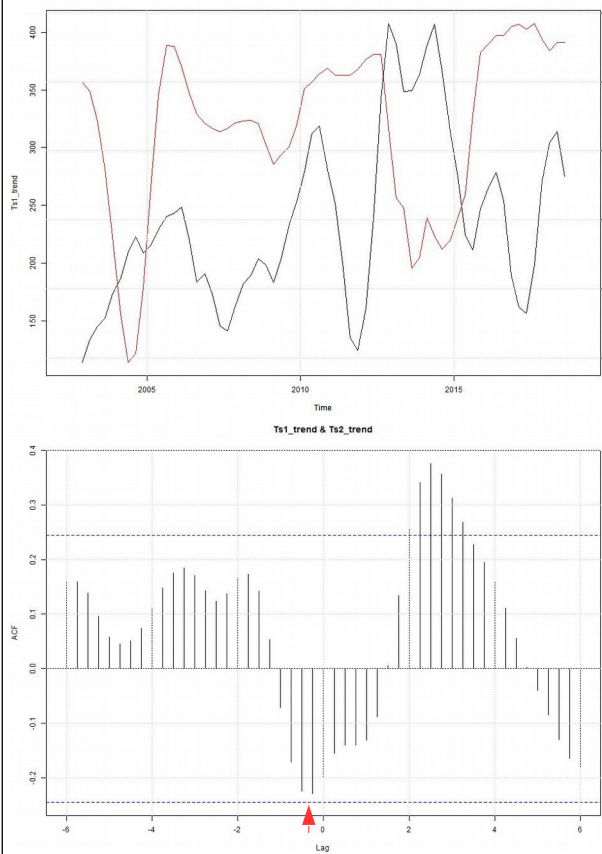


Figura 47: MAT-S143 GALLERIA BASSA

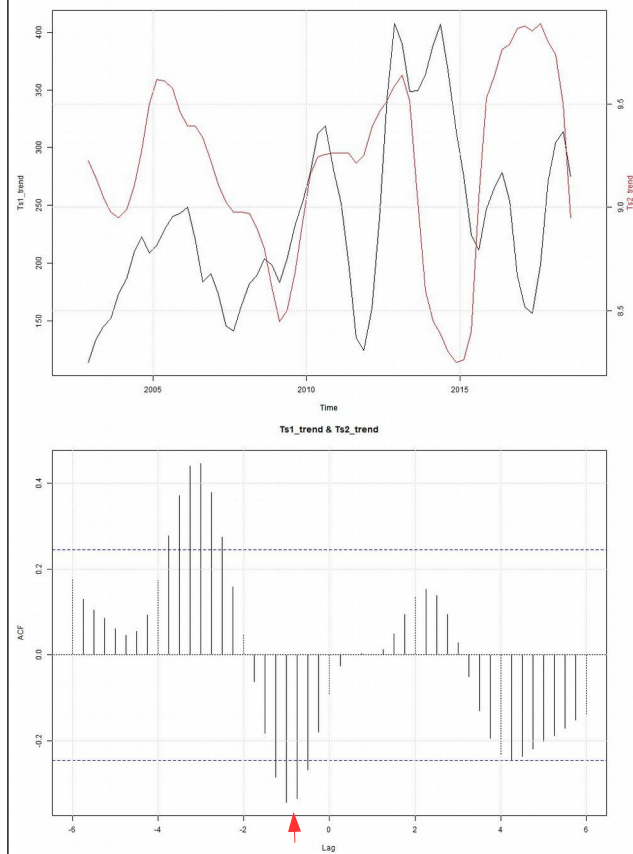


Figura 48: MAT-S020 GALLERIA ALTA

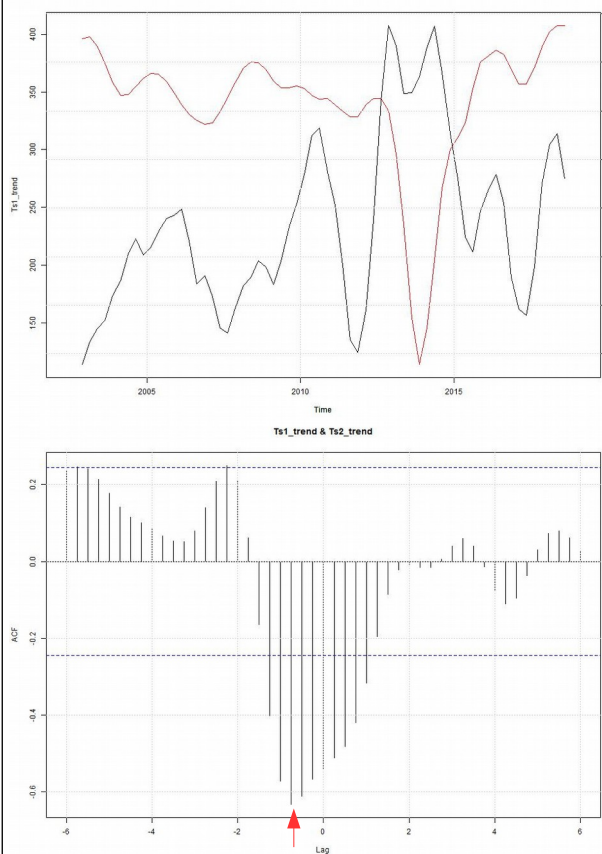


Figura 49: MAT-S010 ENTE

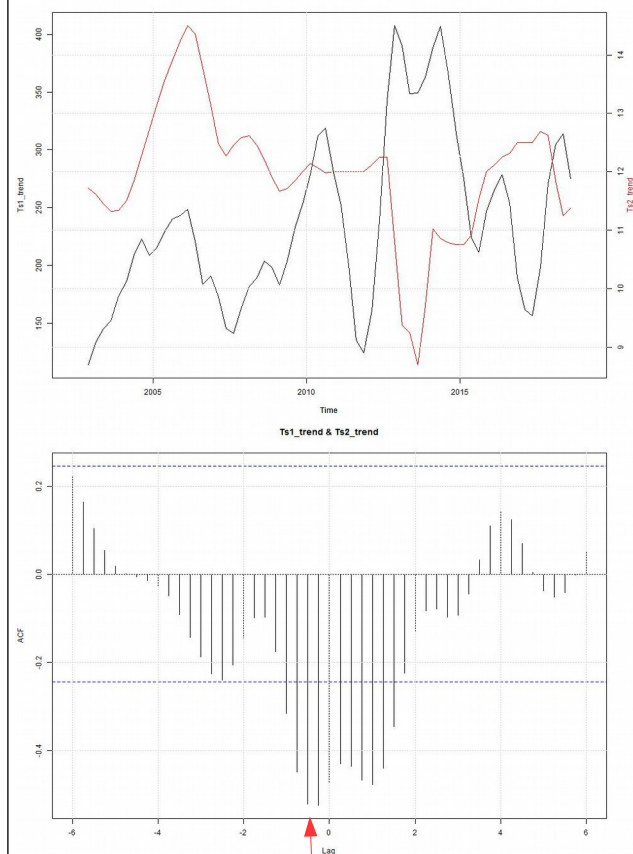


Figura 50: MAT-S011 CROGNOLO

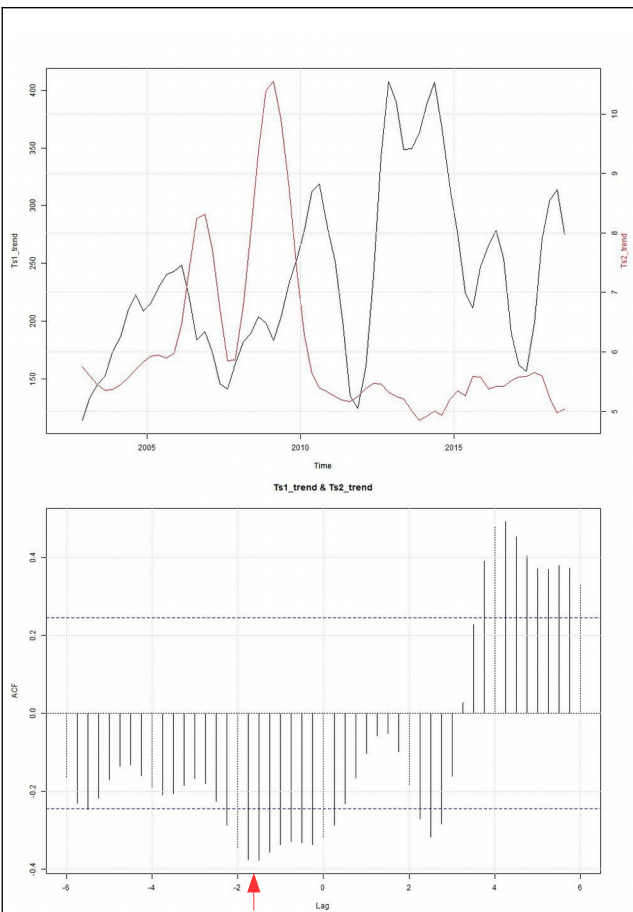


Figura 51: MAT-S021 BURLANA

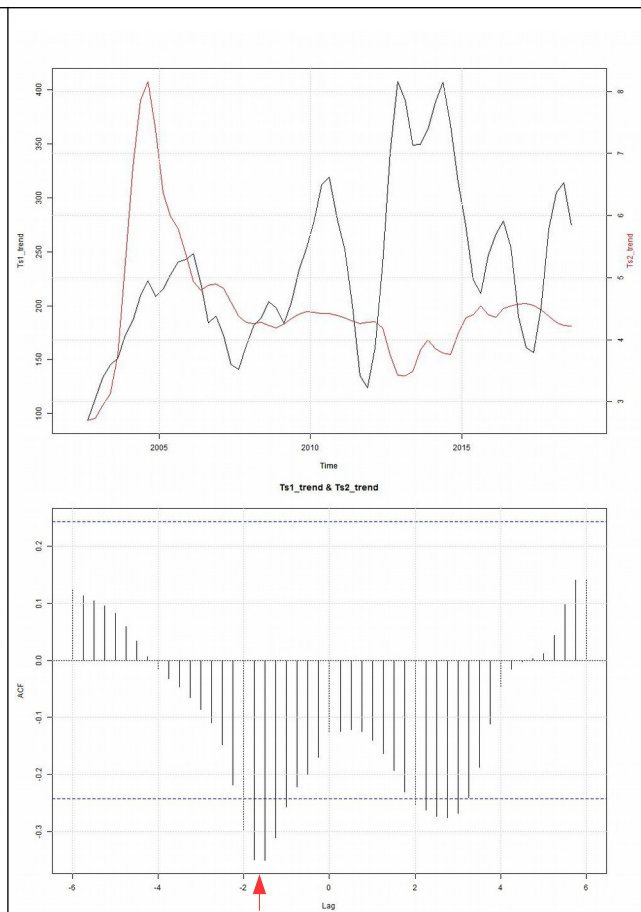


Figura 52: MAT-S045 ERMICCIOLLO

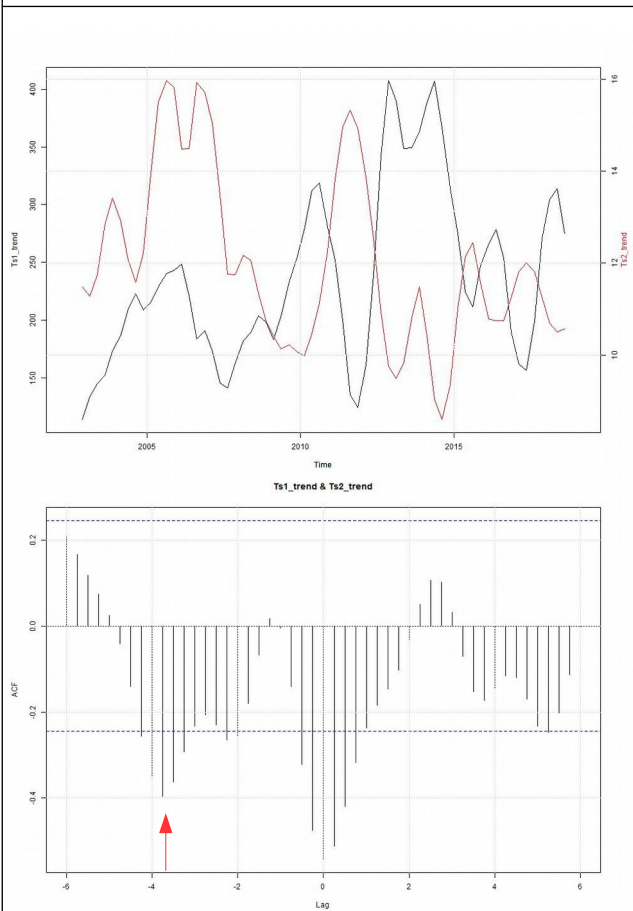


Figura 53: MAT-P350 PIAN DEI RENAI

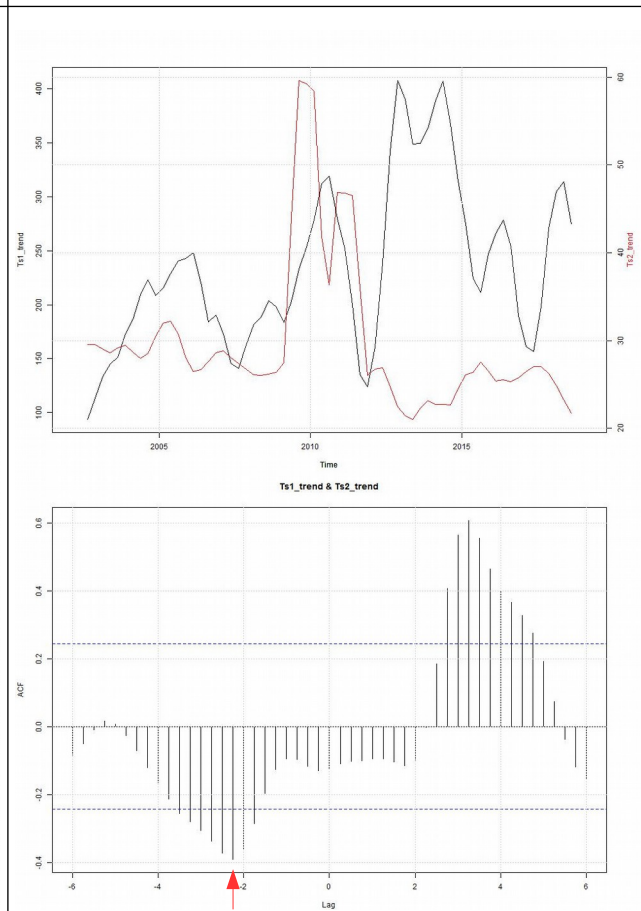


Figura 54: MAT-P596 ACQUA GIALLA

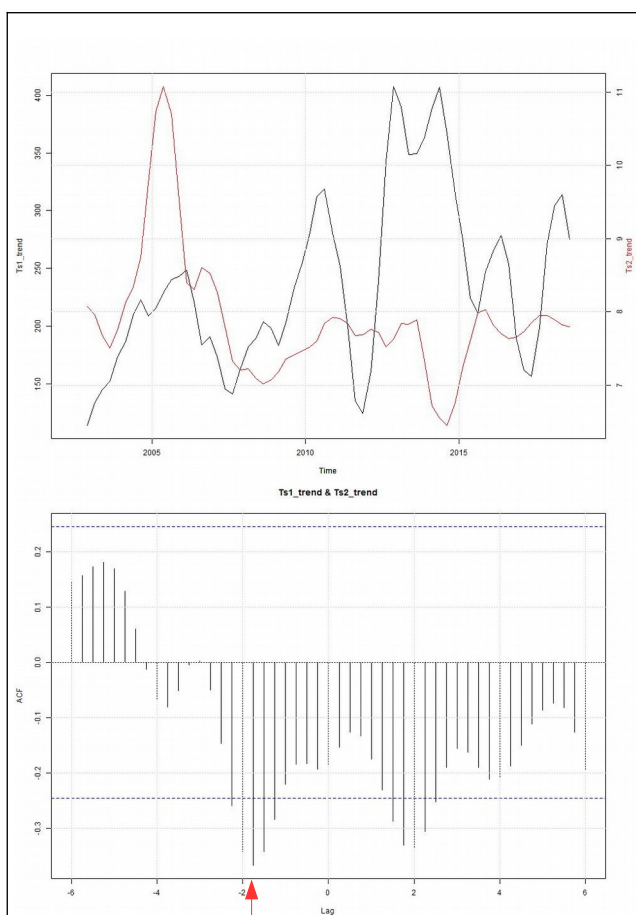


Figura 55: MAT-S050 GALLERIA DRENANTE

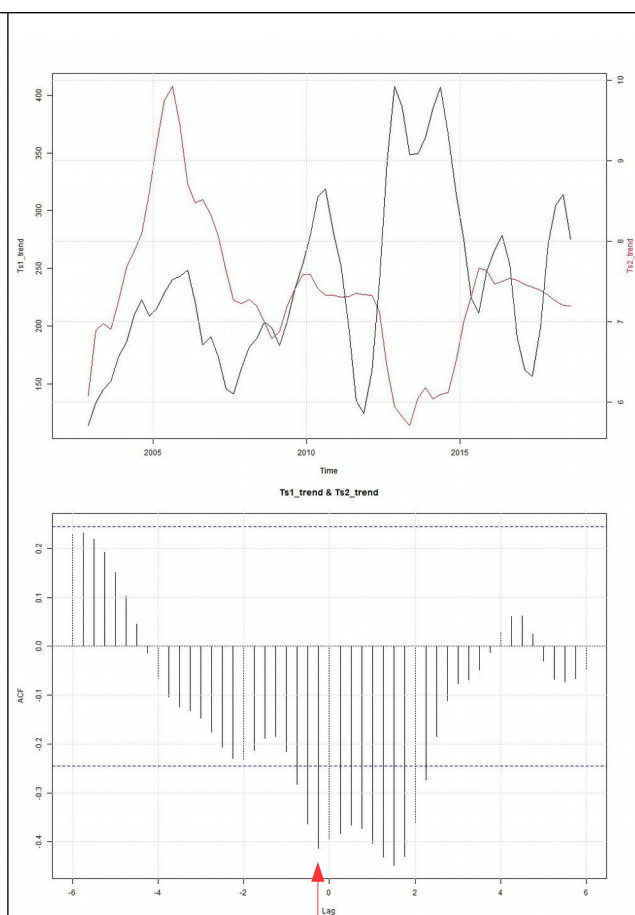


Figura 56: MAT-S049 VENA VECCHIA

5 CONCLUSIONI

La gestione completa del monitoraggio (dalle fasi del prelievo fino alle prove di laboratorio e relativa elaborazione dei dati) è a carico interamente di ARPAT dal 2002 e, a partire da tale anno, sono state utilizzate metodologie standardizzate successivamente accreditate. Si confermano le considerazioni già riportate nel precedente report, che suggeriscono di limitare ai soli dati raccolti nell'ambito del monitoraggio regionale a partire dall'anno 2002 le valutazioni sugli andamenti nelle concentrazioni di arsenico come di altri parametri.

I risultati del monitoraggio chimico e chimico-fisico delle sorgenti e pozzi sottoposti a controllo, riguardo al periodo 2002-2016, sono stati elaborati con una procedura statistica modificata rispetto ai precedenti report, che segue le indicazioni della Linea Guida CNR SNPA pubblicata nel 2017.

L'analisi delle tendenze realizzata su periodi lunghi ha tenuto così conto, tramite il test statistico di Pettitt, della possibilità di punti di cambiamento all'interno della serie. Nei casi individuati è stata condotta un'analisi di tendenza, oltre che nel periodo completo, sulle sezioni pre e post punto di cambiamento.

Il quadro di sintesi qui riassunto riferito ad arsenico, boro, solfati e cloruri riporta le tendenze attuali o recenti mostrate dalla serie.

Stazione				arsenico µg/L			boro µg/L			solfati mg/l			cloruri mg/l		
				da anno	mediana	tendenza	da anno	mediana	tendenza	da anno	mediana	tendenza	da anno	mediana	tendenza
GR	SANTA FIORA	GALLERIA BASSA	MAT-S143	2015	9,4		2015	77,5		2009	4,4	↔	2010	7,7	↑
		GALLERIA ALTA	MAT-S020	2015	9,8		2015	79		2008	3,7	↔	2010	7	↑
	ARCIDOSO	ENTE	MAT-S010	2015	12		2015	85,5		2008	2,8	↑	2013	7,7	↔
	CASTEL DEL PIANO	CROGNOLLO 1	MAT-S011	2002	12	↔	2002	66,25	↔	2006	3,6	↑	2002	7,45	↔
	SEGGIANO	BURLANA	MAT-S021	2010	5,4	↔	2015	75		2011	3,6	↔	2010	8,05	↔
SI	CASTIGLIONE D'ORCIA	ERMICCILOLO	MAT-S045	2008	4,3	↔	2007	57	↑	2010	3,425	↔	2008	7,9	↑
	ABBADIA SAN SALVATORE	PIAN DEI RENAI	MAT-P350	2007	11	↔	2007	52	↔	2014	12	↔	2009	6,4	↔
		ACQUA GIALLA	MAT-P596	2013	25	↔	2007	54,75	↑	2012	8,1	↓	2009	5,5	↔
	PIANCASTAGNAIO	GALLERIA DRENANTE	MAT-S050	2007	7,6	↑	2006	67,5	↔	2011	7,15	↑	2002	9,1	↑
		VENA VECCHIA	MAT-S049	2007	7,25	↔	2006	64	↔	2012	5,369	↔	2013	9,025	↔

Tabella 28: quadro di sintesi delle tendenze attuali o recenti

Per quanto riguarda l'**arsenico** si rilevano **condizioni di generale stazionarietà** in prevalenza a partire dal 2007 e 2008 per quattro delle cinque stazioni del versante senese (Pian de Renai, Galleria Drenante, Vena Vecchia ed Ermicciolo). Crognolo è stazionaria sull'intero periodo, mentre le tendenze ancora stazionarie di Burlana ed Acqua Gialla iniziano successivamente dal 2010 e 2013 rispettivamente.

Per tre stazioni del versante grossetano sudoccidentale, Galleria Bassa, Galleria Alta ed Ente, si è registrato un cambiamento recente, dal 2015, con dati ancora insufficienti per una valutazione.

Il **boro** che ha, come visto, notevoli similarità con l'arsenico, mostra anch'esso **tendenze in prevalenza stazionarie**, dal 2006 e 2007 anche qui per tre delle cinque stazioni di Galleria Drenante, Vena Vecchia e Pian dei Renai; Crognolo è anche qui stazionaria sull'intero periodo.

In **incremento** dal 2007 risultano, invece, **Ermicciolo ed Acqua Gialla**.

Burlana si aggiunge qui al gruppo delle tre stazioni grossetane (Galleria Bassa, Galleria Alta ed Ente) che denunciano un recente cambiamento dal 2015, con dati ancora insufficienti per una valutazione.

I **solfati** mostrano **tendenze stazionarie** per **sei stazioni su 10** (Galleria Bassa e Galleria Alta dal 2008 e 2009, Ermicciolo, Burlana e Vena Vecchia dal 2010 al 2012, Pian dei Renai dal 2014) mentre su tre stazioni si registrano tendenze **all'incremento** (**Crognolo** dal 2006, **Ente** dal 2008 e **Galleria Drenante** dal 2011). Nel solo caso di **Acqua Gialla** si ha una tendenza al **decremento** dal 2012.

I **cloruri**, infine, pur presentando una prevalenza anche qui di condizioni stazionarie per sei stazioni su 10 (Crognolo sull'intero periodo, Pian dei Renai, Acqua Gialla e Burlana dal 2009 e 2010, Ente e Vena Vecchia dal 2013) hanno il **maggior numero di tendenze**, anche **recenti**, **all'incremento**. Si tratta delle quattro stazioni **Galleria Drenante** dal 2002, **Ermicciolo** dal 2008, **Galleria Bassa ed Alta** dal 2010.

Con il progredire delle serie temporali i risultati stanno **confermando** la **stretta relazione** tra **arricchimenti in arsenico** ed **episodi di deficit idrico**, verificata in molti casi, anche a livello di significatività statistica. Gli episodi di arricchimento in arsenico seguono, come i massimi del livello piezometrico, l'andamento dei cicli pluriennali degli afflussi con un ritardo di 1-2 anni. Il ritardo, per motivi da approfondire, appare mediamente distinto per le sorgenti del versante grossetano (poco meno di un anno) rispetto a quelle del versante senese (poco meno di due anni).

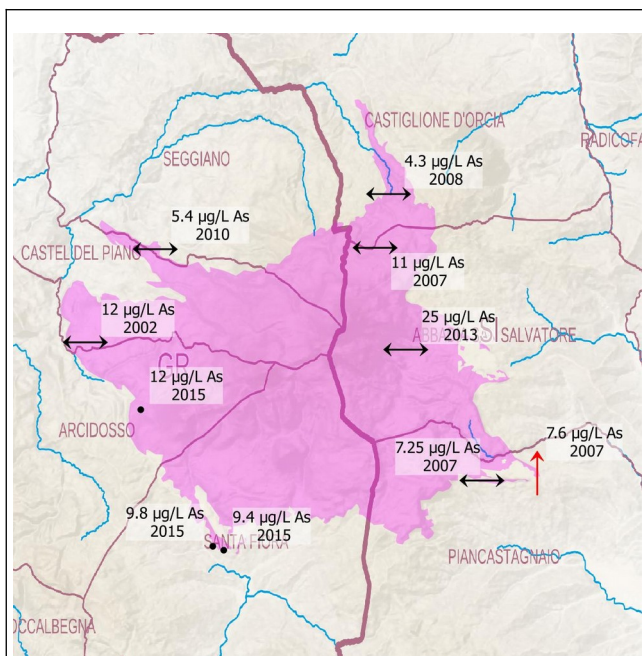


Figura 57: ARSENICO mediane e tendenze attuali

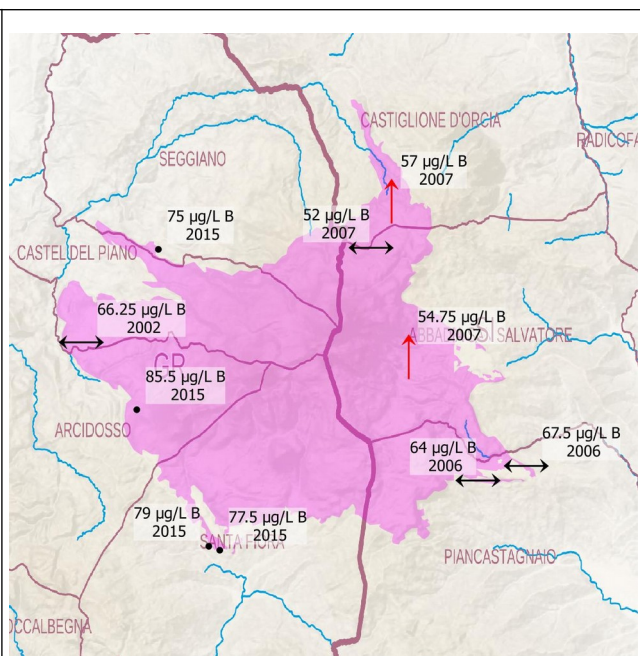


Figura 58: BORO mediane e tendenze attuali

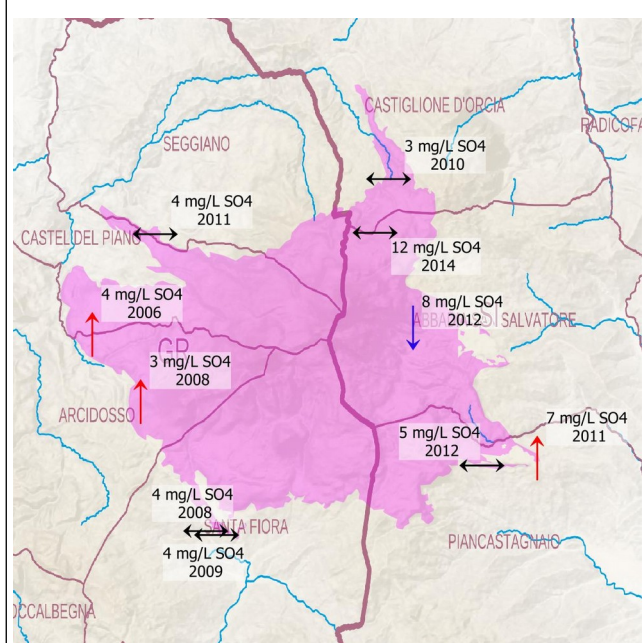


Figura 59: SOLFATI mediane e tendenze attuali

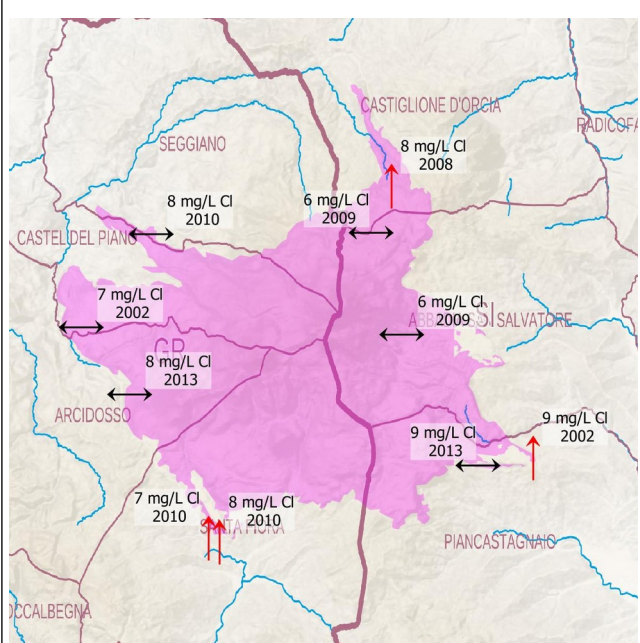


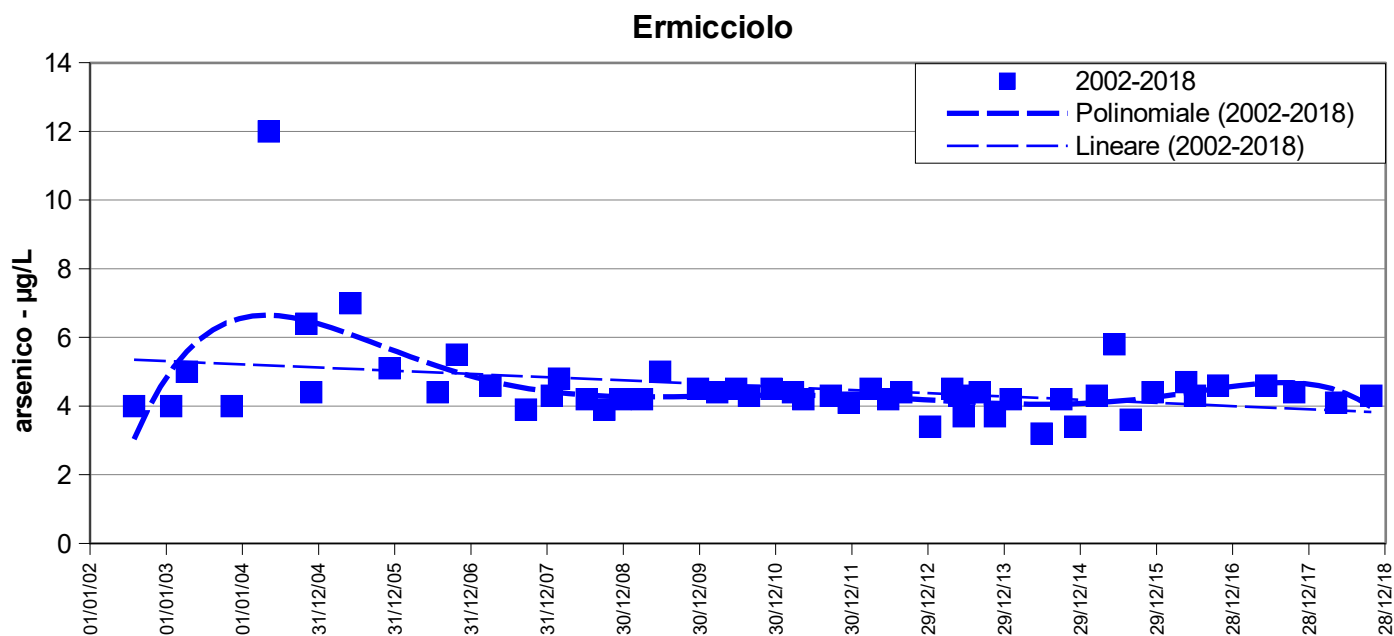
Figura 60: CLORURI mediane e tendenze attuali

ALLEGATO

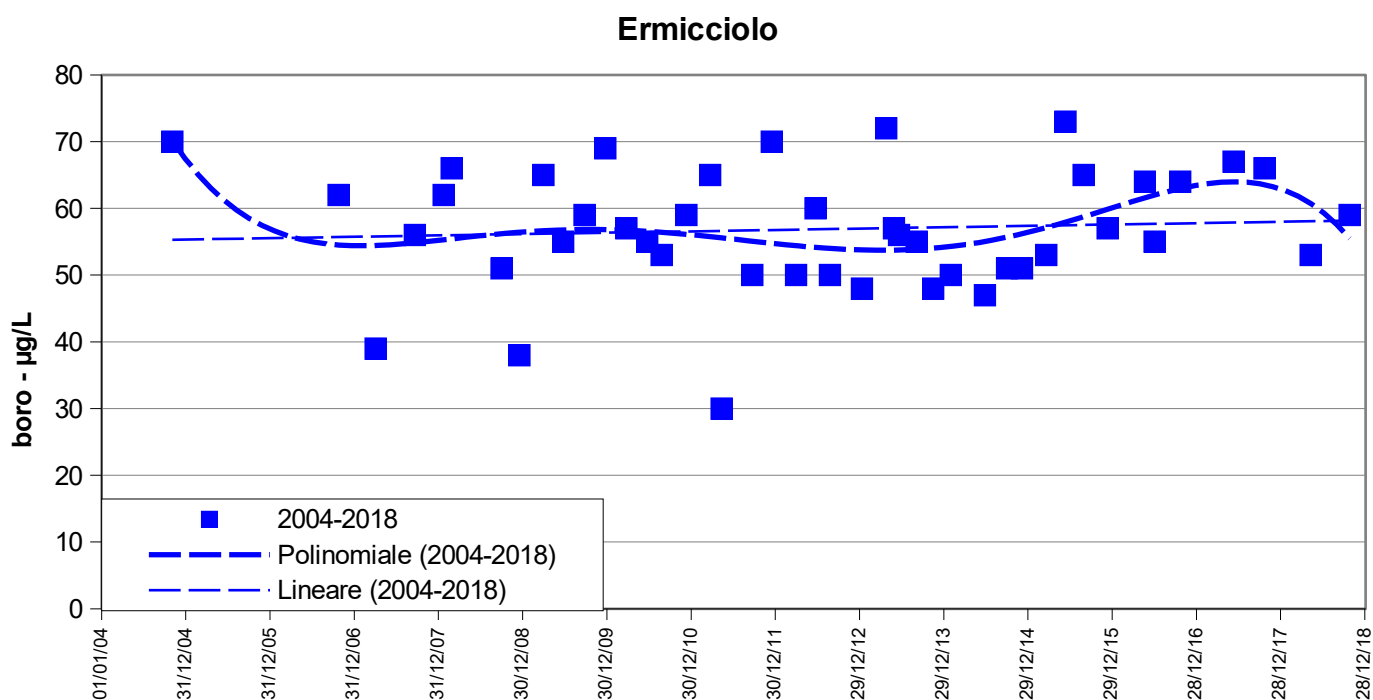
Nel presente Allegato sono riportati, per ogni sorgente, i dati grezzi dei valori delle concentrazioni dei parametri monitorati, comprese le rispettive date in cui sono stati svolti i prelievi. Infine, a completamento, si riportano alcuni dati basilari di elaborazione statistica (statistica descrittiva) con i relativi grafici nei quali sono riportati gli andamenti temporali.

I valori evidenziati con asterisco (*), sono da considerare dati anomali (outlier)

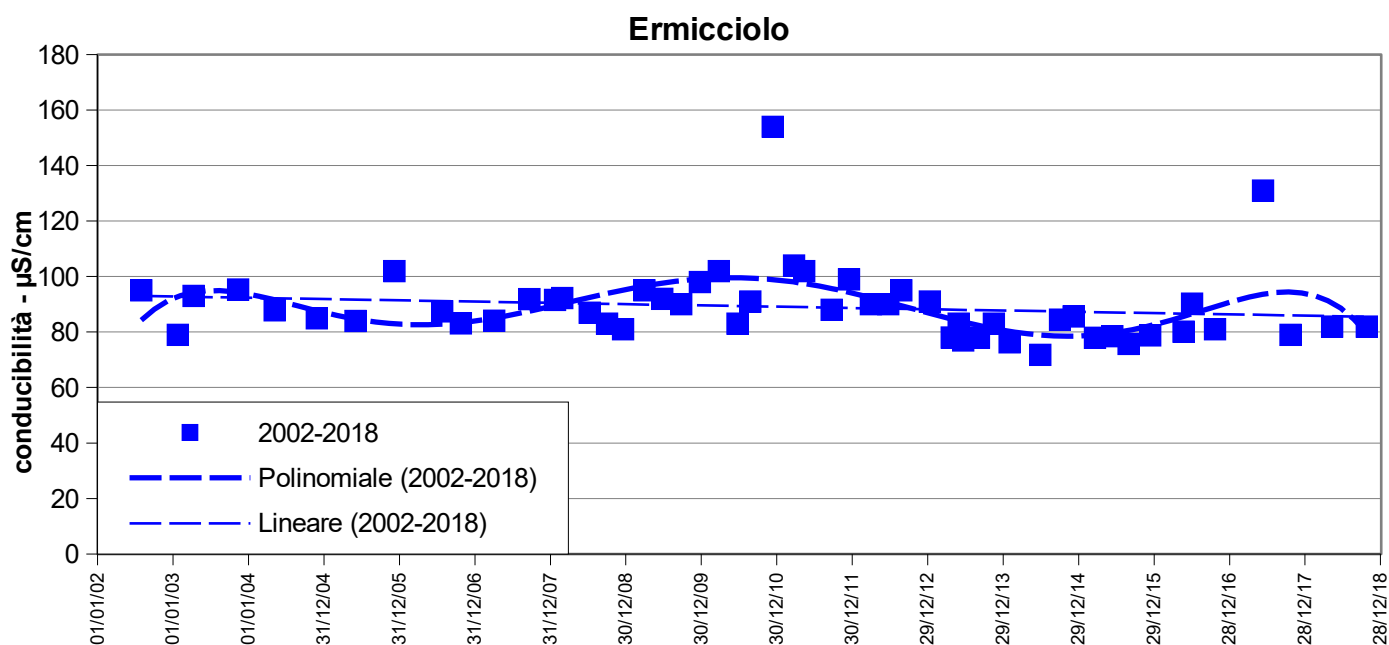
SORGENTE ERMICCILO - CASTIGLION D'ORCIA					
data	As µg/L	data	As µg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
31/07/02	<4	21/09/11	4,3	NumObs	53
24/01/02	<4	15/12/11	4,1	Minimum	3,2
10/04/03	5	29/03/12	4,5	Maximum	12
11/11/03	<4	21/06/12	4,2	Mean	4,549
06/05/04	12*	23/08/12	4,4	Median	4,3
03/11/04	6,4*	08/01/13	3,4	Variance	1,527
26/11/04	4,4	24/04/13	4,5	SD	1,236
01/06/05	7*	27/05/13	4,3	MAD/0.675	0,445
07/12/05	5,1	18/06/13	3,7	Skewness	4,537
25/07/06	4,4	03/09/13	4,4	Kurtosis	25,91
24/10/06	5,5	14/11/13	3,7	CV	0,272
03/04/07	4,6	29/01/14	4,2	Outlier (Rosner)	SI
20/09/07	3,9	26/06/14	3,2	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO (SI)
22/01/08	4,3	29/09/14	4,2		
26/02/08	4,8	04/12/14	3,4		
08/07/08	4,2	18/03/15	4,3		
30/09/08	3,9	10/06/15	5,8		
16/12/08	4,2	27/08/15	3,6		
30/03/09	4,2	10/12/15	4,4		
24/06/09	5	19/05/16	4,7		
23/12/09	4,5	30/06/16	4,3		
25/03/10	4,4	19/10/16	4,6		
23/06/10	4,5	07/06/17	4,6		
24/08/10	4,3	19/10/17	4,4		
10/12/10	4,5	08/05/18	4,1		
23/03/11	4,4	23/10/18	4,3		
12/05/11	4,2				



SORGENTE ERMICCILO - CASTIGLION D'ORCIA					
data	B $\mu\text{g/L}$	data	B $\mu\text{g/L}$	Statistica descrittiva	2002-2018
03/11/04	70	23/08/12	50	NumObs	44
24/10/06	62	08/01/13	48	Minimum	30
03/04/07	39	24/04/13	72	Maximum	73
20/09/07	56	27/05/13	57	Mean	56,86
22/01/08	62	18/06/13	56	Median	56,5
26/02/08	66	03/09/13	55	Variance	84,45
30/09/08	51	14/11/13	48	SD	9,189
16/12/08	38	29/01/14	50	MAD/0.675	9,637
30/03/09	65	26/06/14	47	Skewness	-0,534
24/06/09	55	29/09/14	51	Kurtosis	0,641
24/09/09	59	04/12/14	51	CV	0,162
23/12/09	69	18/03/15	53	Outlier (Rosner)	NO
25/03/10	57	10/06/15	73	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI
23/06/10	55	27/08/15	65		
24/08/10	53	10/12/15	57		
10/12/10	59	19/05/16	64		
23/03/11	65	30/06/16	55		
12/05/11	30	19/10/16	64		
21/09/11	50	07/06/17	67		
15/12/11	70	19/10/17	66		
29/03/12	<100	08/05/18	53		
21/06/12	60	23/10/18	59		

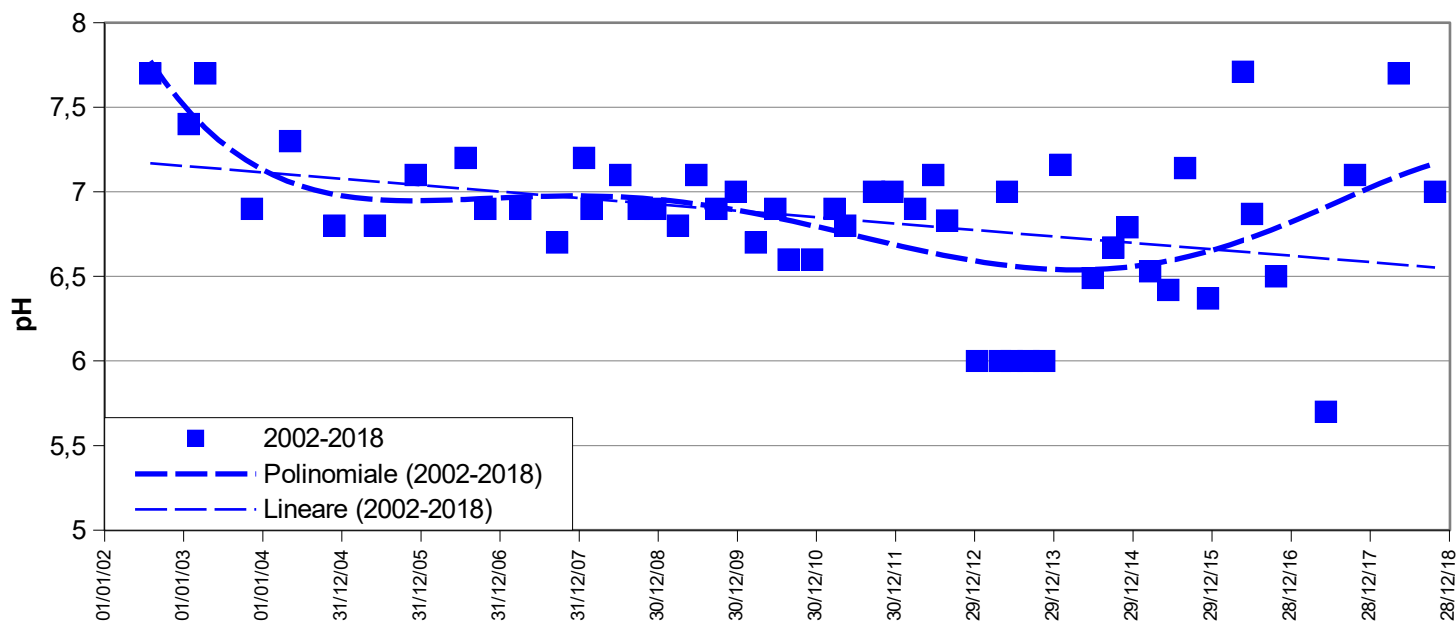


SORGENTE ERMICCILO - CASTIGLION D'ORCIA					
data	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	data	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	Statistica descrittiva	2002-2018
31/07/02	95	21/09/11	88	NumObs	53
24/01/02	79	15/12/11	99	Minimum	71,8
10/04/03	93	29/03/12	90	Maximum	154
11/11/03	95,3	21/06/12	90	Mean	89,05
06/05/04	87,8	23/08/12	95	Median	87
26/11/04	85	08/01/13	91	Variance	178,1
01/06/05	84	24/04/13	78	SD	13,34
07/12/05	102	27/05/13	83	MAD/0.675	8,895
25/07/06	87,4	18/06/13	77	Skewness	2,831
24/10/06	83,1	03/09/13	78	Kurtosis	11,34
03/04/07	84,1	14/11/13	83	CV	0,15
20/09/07	91,9	29/01/14	76,3	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
22/01/08	91,6	26/06/14	71,8	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO (SI*)
26/02/08	92,2	29/09/14	84,5		
08/07/08	87	04/12/14	85,6		
30/09/08	83	18/03/15	77,9		
16/12/08	81	10/06/15	78,5		
30/03/09	95	27/08/15	75,7		
24/06/09	92	10/12/15	78,8		
24/09/09	90	19/05/16	80,1		
23/12/09	98	30/06/16	90,2		
25/03/10	102	19/10/16	81		
23/06/10	83	07/06/17	131		
24/08/10	91	19/10/17	79		
10/12/10	154*	08/05/18	82		
23/03/11	104	23/10/18	82		
12/05/11	102				



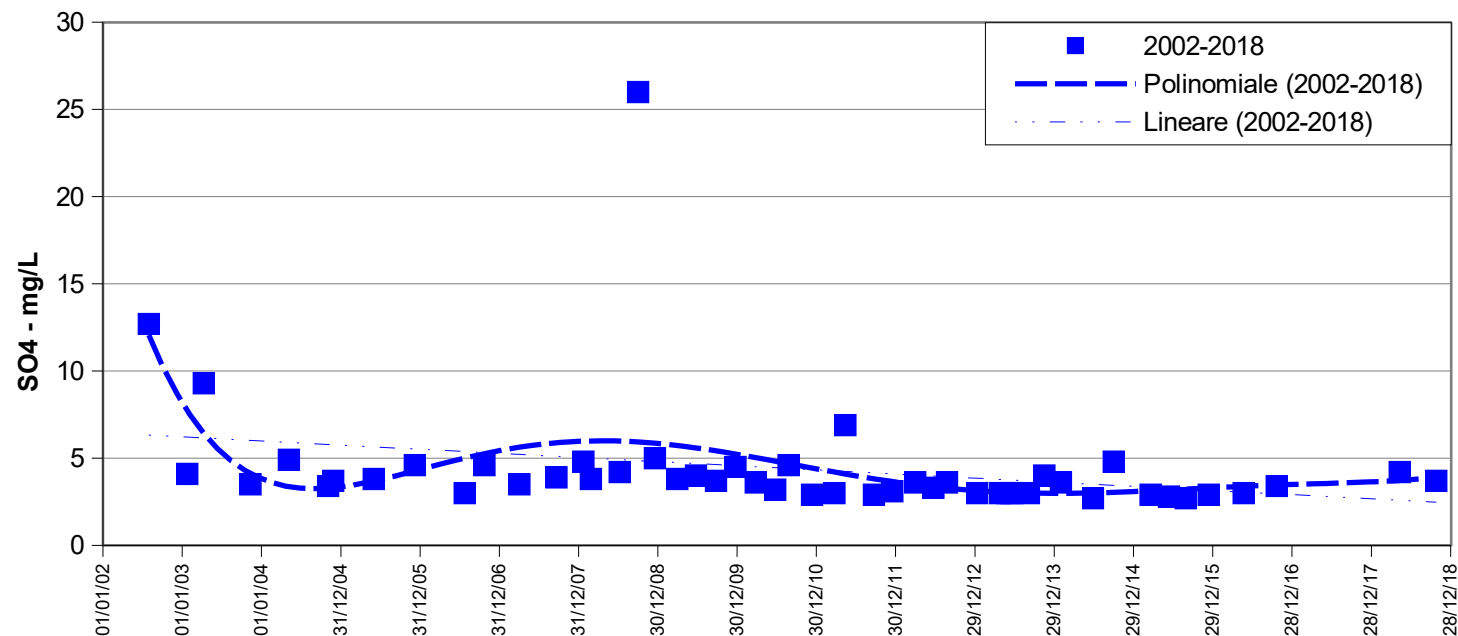
SORGENTE ERMICCILO - CASTIGLION D'ORCIA					
data	pH	data	pH	Statistica descrittiva	2002-2018
31/07/02	7,7	21/09/11	7	NumObs	53
24/01/02	7,4	15/12/11	7	Minimum	5,7
10/04/03	7,7	29/03/12	6,9	Maximum	7,71
11/11/03	6,9	21/06/12	7,1	Mean	6,843
06/05/04	7,3	23/08/12	6,83	Median	6,9
26/11/04	6,8	08/01/13	6,5	Variance	0,196
01/06/05	6,8	24/04/13	6,98	SD	0,443
07/12/05	7,1	27/05/13	7,4	MAD/0.675	0,297
25/07/06	7,2	18/06/13	6,47	Skewness	-0,405
24/10/06	6,9	03/09/13	6,71	Kurtosis	0,606
03/04/07	6,9	14/11/13	6,79	CV	0,0647
20/09/07	6,7	29/01/14	7,16	Outlier (Rosner – Dixon)	NO
22/01/08	7,2	26/06/14	6,49	Normalità (Shapiro-Wiilk)	SI
26/02/08	6,9	29/09/14	6,67		
08/07/08	7,1	04/12/14	6,79		
30/09/08	6,9	18/03/15	6,53		
16/12/08	6,9	10/06/15	6,42		
30/03/09	6,8	27/08/15	7,14		
24/06/09	7,1	10/12/15	6,37		
24/09/09	6,9	19/05/16	7,71		
23/12/09	7	30/06/16	6,87		
25/03/10	6,7	19/10/16	6,5		
23/06/10	6,9	07/06/17	5,7		
24/08/10	6,6	19/10/17	7,1		
10/12/10	6,6	08/05/18	7,7		
23/03/11	6,9	23/10/18	7		
12/05/11	6,8				

Ermicciolo

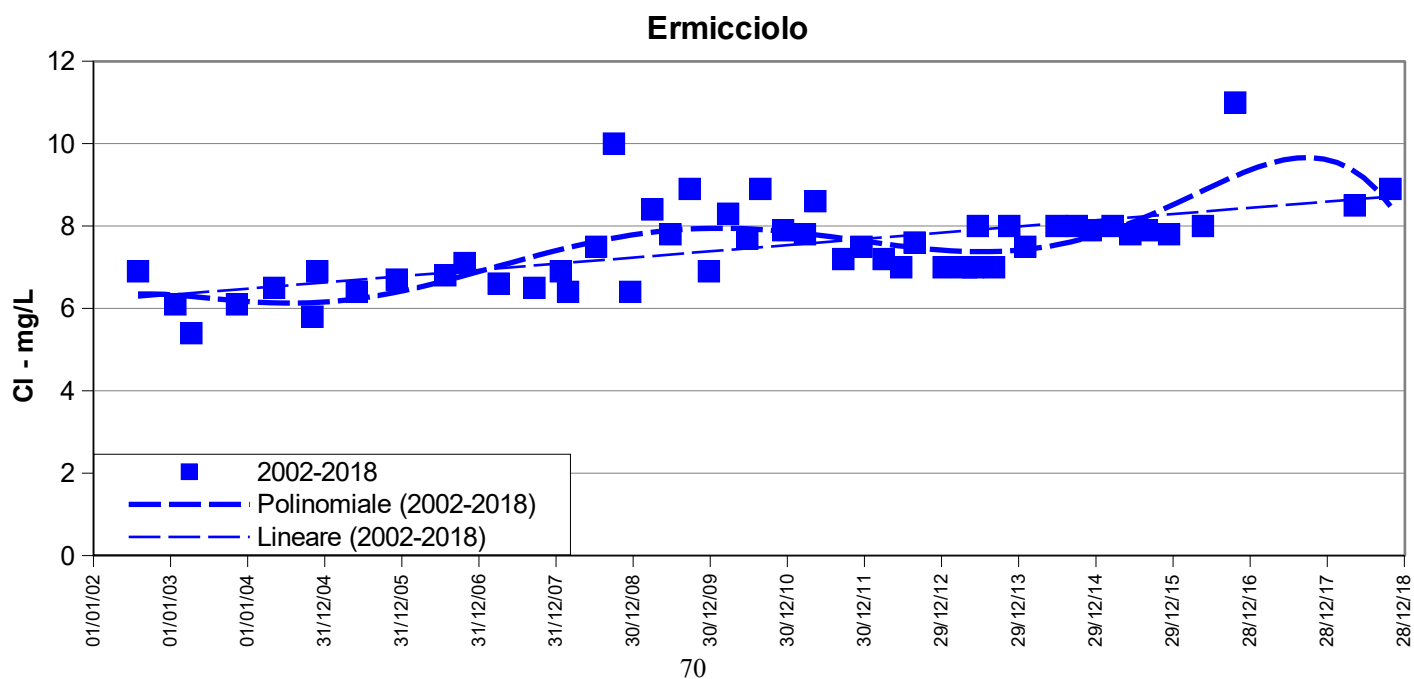


SORGENTE ERMICCILO - CASTIGLION D'ORCIA					
data	SO4 mg/L	data	SO4 mg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
31/07/02	12,7*	12/05/11	6,9*	NumObs	50
24/01/03	4,1	21/09/11	2,9	Minimum	2,7
10/04/03	9,3*	15/12/11	3,1	Maximum	26
11/11/03	3,5	29/03/12	3,6	Mean	4,424
06/05/04	4,9	21/06/12	3,3	Median	3,6
03/11/04	3,4	23/08/12	3,6	Variance	12,52
26/11/04	3,7	08/01/13	3,4	SD	3,539
01/06/05	3,8	24/04/13	3,5	MAD/0.675	0,89
07/12/05	4,6	27/05/13	3,2	Skewness	5,122
25/07/06	3	18/06/13	3,5	Kurtosis	29,48
24/10/06	4,6	03/09/13	3,3	CV	0,8
03/04/07	3,5	14/11/13	4,6	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
20/09/07	3,9	29/01/14	3,6	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO
22/01/08	4,8	26/06/14	2,7		
26/02/08	3,8	29/09/14	4,8		
08/07/08	4,2	04/12/14	-		
30/09/08	26*	18/03/15	2,9		
16/12/08	5	10/06/15	2,8		
30/03/09	3,8	27/08/15	2,7		
24/06/09	4	10/12/15	2,9		
24/09/09	3,7	19/05/16	3		
23/12/09	4,5	30/06/16	-		
25/03/10	3,6	19/10/16	3,4		
23/06/10	3,2	07/06/17	-		
24/08/10	4,6	19/10/17	-		
10/12/10	2,9	08/05/18	4,2		
23/03/11	3	23/10/18	3,7		

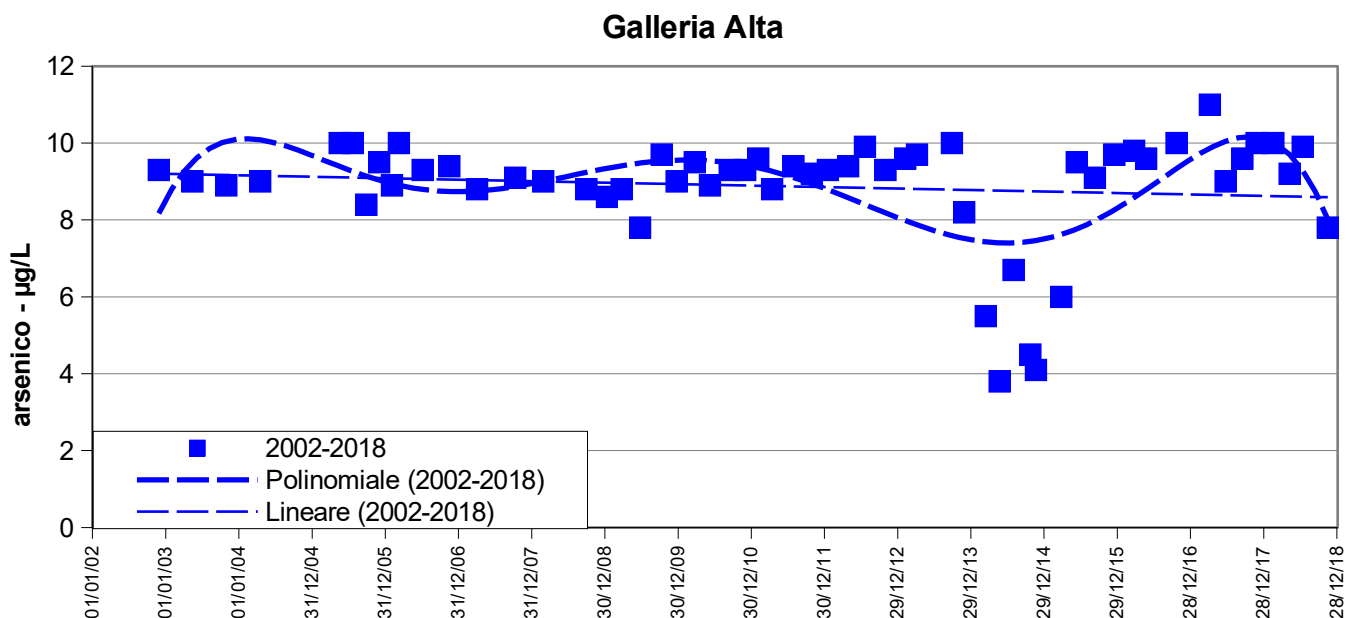
Ermicciolo



SORGENTE ERMICCILO - CASTIGLION D'ORCIA					
data	Cl mg/L	data	Cl mg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
31/07/02	6,9	12/05/11	8,6	NumObs	51
24/01/03	6,1	21/09/11	7,2	Minimum	5,4
10/04/03	5,4	15/12/11	7,5	Maximum	11
11/11/03	6,1	29/03/12	7,2	Mean	7,49
06/05/04	6,5	21/06/12	7	Median	7,5
03/11/04	5,8	23/08/12	7,6	Variance	1,045
26/11/04	6,9	08/01/13	7,7	SD	1,022
01/06/05	6,4	24/04/13	7,8	MAD/0.675	0,741
07/12/05	6,7	27/05/13	7,7	Skewness	0,859
25/07/06	6,8	18/06/13	8	Kurtosis	1,983
24/10/06	7,1	03/09/13	7,5	CV	0,136
03/04/07	6,6	14/11/13	8	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
20/09/07	6,5	29/01/14	7,5	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI
22/01/08	6,9	26/06/14	8		
26/02/08	6,4	29/09/14	8		
08/07/08	7,5	04/12/14	7,9		
30/09/08	10	18/03/15	8		
16/12/08	6,4	10/06/15	7,8		
30/03/09	8,4	27/08/15	7,9		
24/06/09	7,8	10/12/15	7,8		
24/09/09	8,9	19/05/16	8		
23/12/09	6,9	19/10/16	11*		
25/03/10	8,3	07/06/17	-		
23/06/10	7,7	19/10/17	-		
24/08/10	8,9	08/05/18	8,5		
10/12/10	7,9	23/10/18	8,9		
23/03/11	7,8				

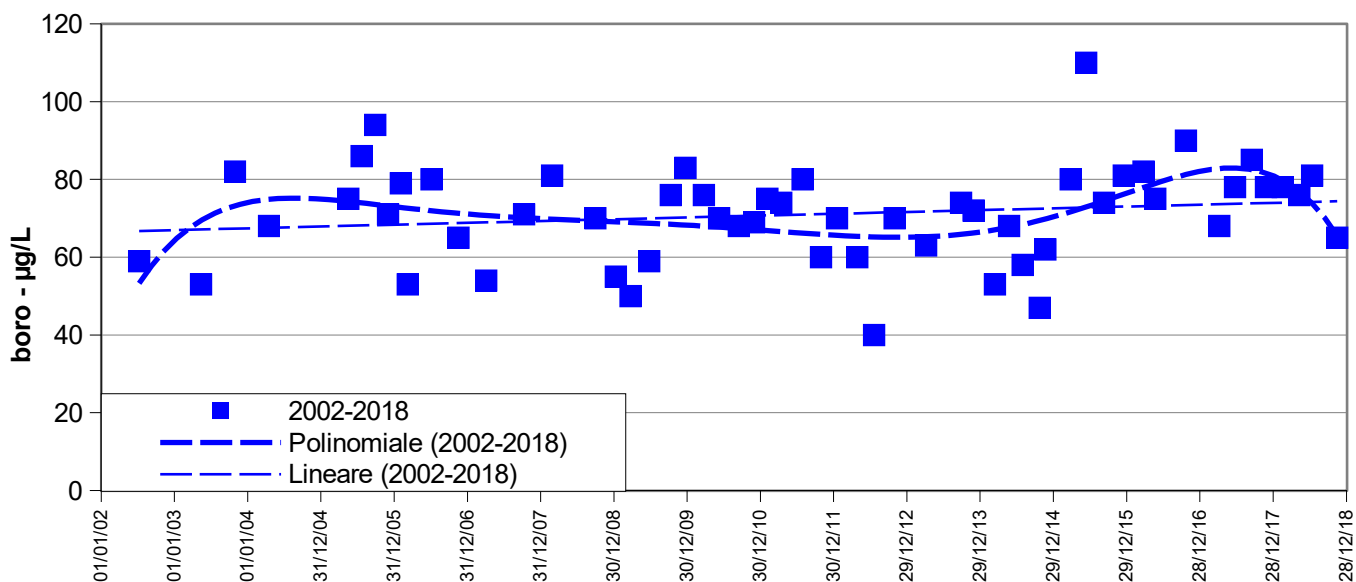


SORGENTE GALLERIA ALTA – SANTA FIORA					
data	As µg/L	data	As µg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
28/11/02	9,3	16/01/12	9	NumObs	57
14/05/03	9	26/04/12	9	Minimum	3,8
30/10/03	8,9	19/07/12	10	Maximum	11
16/04/04	9	29/10/12	9	Mean	8,853
17/05/05	10	05/02/13	10	Median	9
22/07/05	10	04/04/13	10	Variance	2,151
28/09/05	8,4	25/09/13	10	SD	1,467
30/11/05	9,5	26/11/13	8	MAD/0.675	0,741
02/02/06	8,9	13/03/14	5,5	Skewness	-2,117
09/03/06	10	22/05/14	3,8*	Kurtosis	4,493
05/07/06	9,3	29/07/14	6,7*	CV	0,166
16/11/06	9,4	22/10/14	4,5*	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
03/04/07	8,8	19/11/14	4,1*	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO
10/10/07	9,1	25/03/15	6*		
26/02/08	9	10/06/15	9,5		
29/09/08	8,8	08/09/15	9,1		
09/01/09	8,6	14/12/15	9,7		
23/03/09	8,8	22/03/16	9,8		
24/06/09	7,8	20/05/16	9,6		
09/10/09	9,7	20/10/16	10		
22/12/09	9	04/04/17	11		
23/03/10	9,5	21/06/17	9		
07/06/10	9	13/09/17	9,6		
14/09/10	9	22/11/17	10		
29/11/10	9	14/02/18	10		
03/02/11	10	07/05/18	9,2		
13/04/11	9	11/07/18	9,9		
28/07/11	9	12/11/18	7,8		
28/10/11	9				

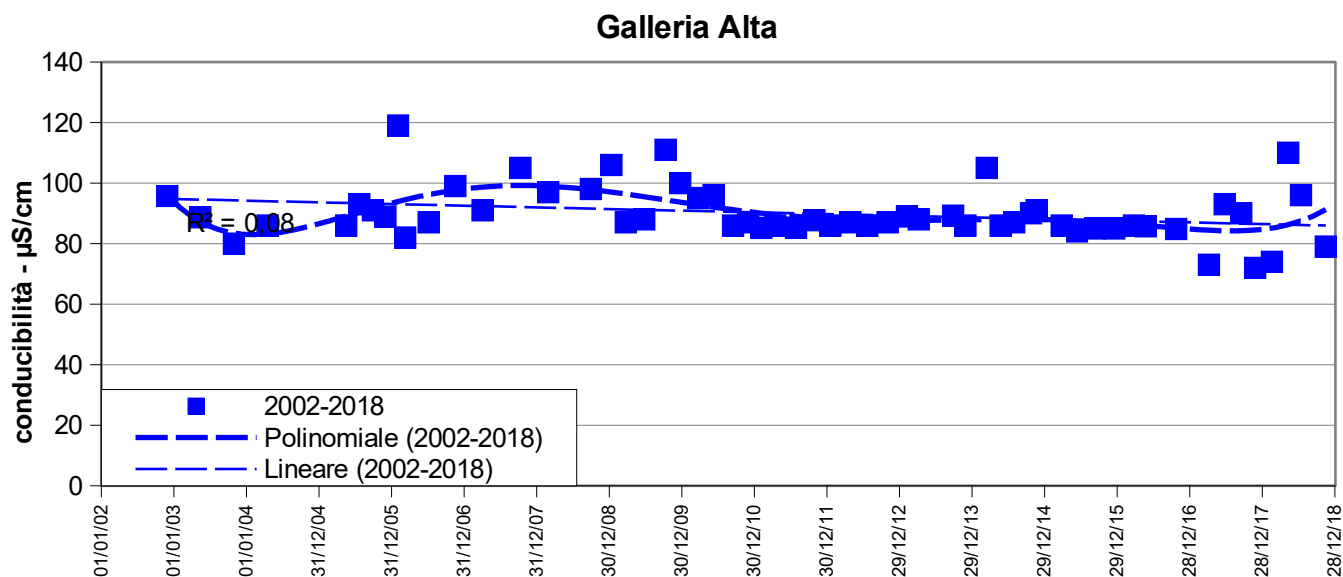


SORGENTE GALLERIA ALTA – SANTA FIORA					
data	B µg/L	data	B µg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	59	28/10/11	60	NumObs	56
14/05/03	53	16/01/12	70	Minimum	40
30/10/03	82	26/04/12	60	Maximum	110
16/04/04	68	19/07/12	40	Mean	70,96
17/05/05	75	29/10/12	70	Median	71,5
22/07/05	86	04/04/13	63	Variance	156
28/09/05	94	25/09/13	74	SD	12,49
30/11/05	71	26/11/13	72	MAD/0.675	12,6
02/02/06	79	13/03/14	53	Skewness	0,0742
09/03/06	53	22/05/14	68	Kurtosis	0,959
05/07/06	80	29/07/14	58	CV	0,176
16/11/06	65	22/10/14	47	Outlier (Rosner – Dixon)	NO
03/04/07	54	19/11/14	62	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI
10/10/07	71	25/03/15	80		
26/02/08	81	10/06/15	110		
29/09/08	70	08/09/15	74		
09/01/09	55	14/12/15	81		
23/03/09	50	22/03/16	82		
24/06/09	59	20/05/16	75		
09/10/09	76	20/10/16	90		
22/12/09	83	04/04/17	68		
23/03/10	76	21/06/17	78		
07/06/10	70	13/09/17	85		
14/09/10	68	22/11/17	78		
29/11/10	69	14/02/18	78		
03/02/11	75	07/05/18	76		
13/04/11	74	11/07/18	81		
28/07/11	80	12/11/18	65		

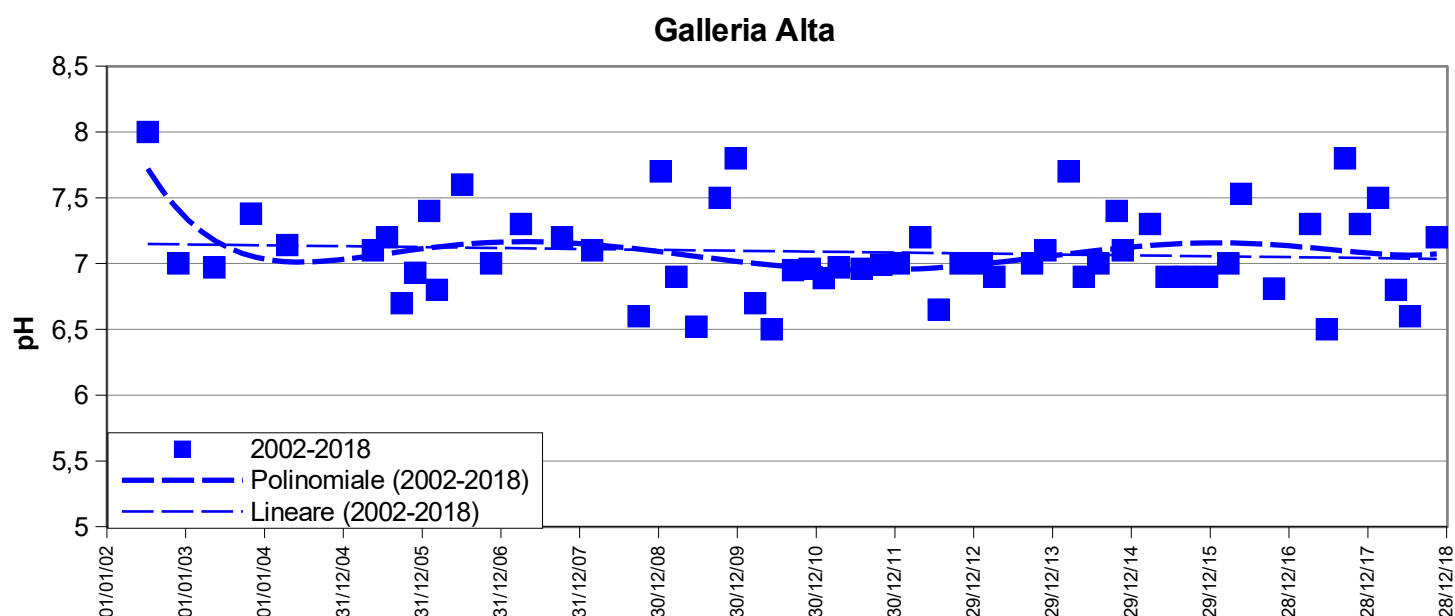
Galleria Alta



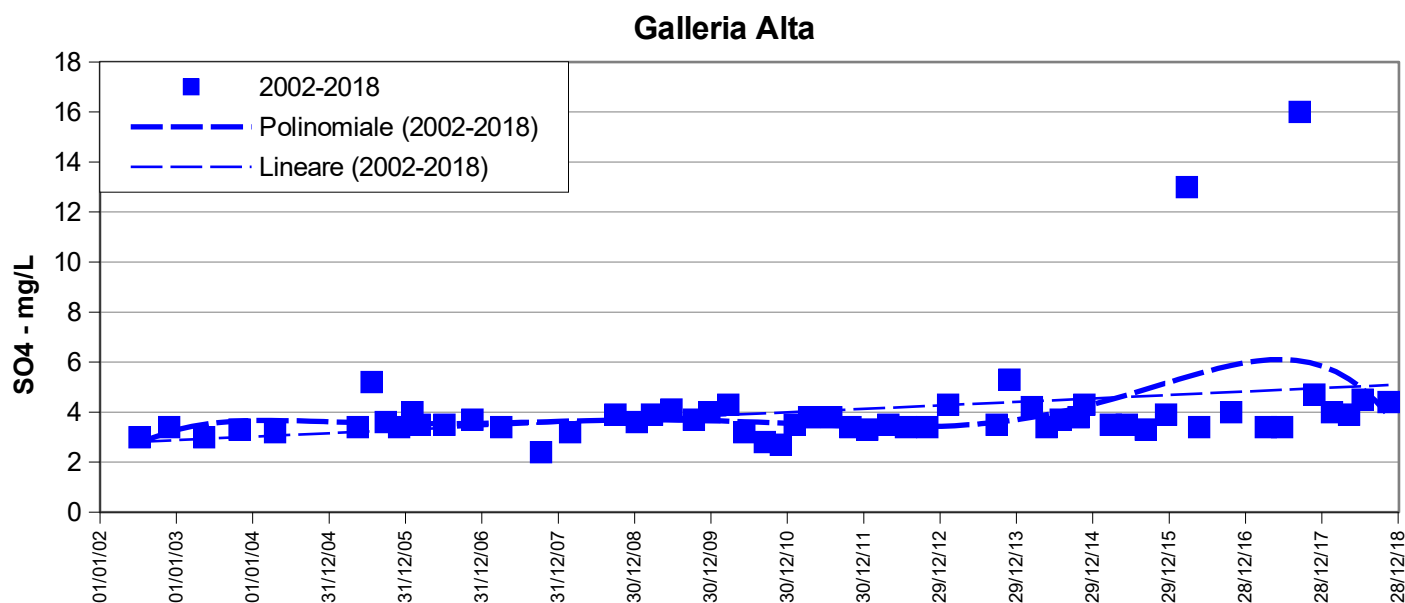
SORGENTE GALLERIA ALTA – SANTA FIORA					
data	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	data	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	Statistica descrittiva	2002-2018
28/11/02	95,7	16/01/12	86	NumObs	57
14/05/03	88,7	26/04/12	87	Minimum	72
30/10/03	80	19/07/12	86	Maximum	119
16/04/04	86	29/10/12	87	Mean	89,97
17/05/05	86	05/02/13	89	Median	87
22/07/05	93	04/04/13	88	Variance	78,48
28/09/05	91	25/09/13	89,2	SD	8,859
30/11/05	88,9	26/11/13	86	MAD/0.675	3,262
02/02/06	119*	13/03/14	105	Skewness	0,982
09/03/06	82	22/05/14	86	Kurtosis	1,838
05/07/06	87	29/07/14	87	CV	0,0985
16/11/06	99	22/10/14	90	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
03/04/07	91	19/11/14	91	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI
10/10/07	105	25/03/15	86		
26/02/08	97	10/06/15	84		
29/09/08	98	08/09/15	85		
09/01/09	106	14/12/15	85		
23/03/09	87	22/03/16	86		
24/06/09	88	20/05/16	85,7		
09/10/09	111*	20/10/16	84,8		
22/12/09	100	04/04/17	73		
23/03/10	95	21/06/17	93		
07/06/10	96	13/09/17	90		
14/09/10	86	22/11/17	72		
29/11/10	87	14/02/18	74		
03/02/11	85,2	07/05/18	110		
13/04/11	86	11/07/18	96		
28/07/11	85,3	12/11/18	79		
28/10/11	87,7				



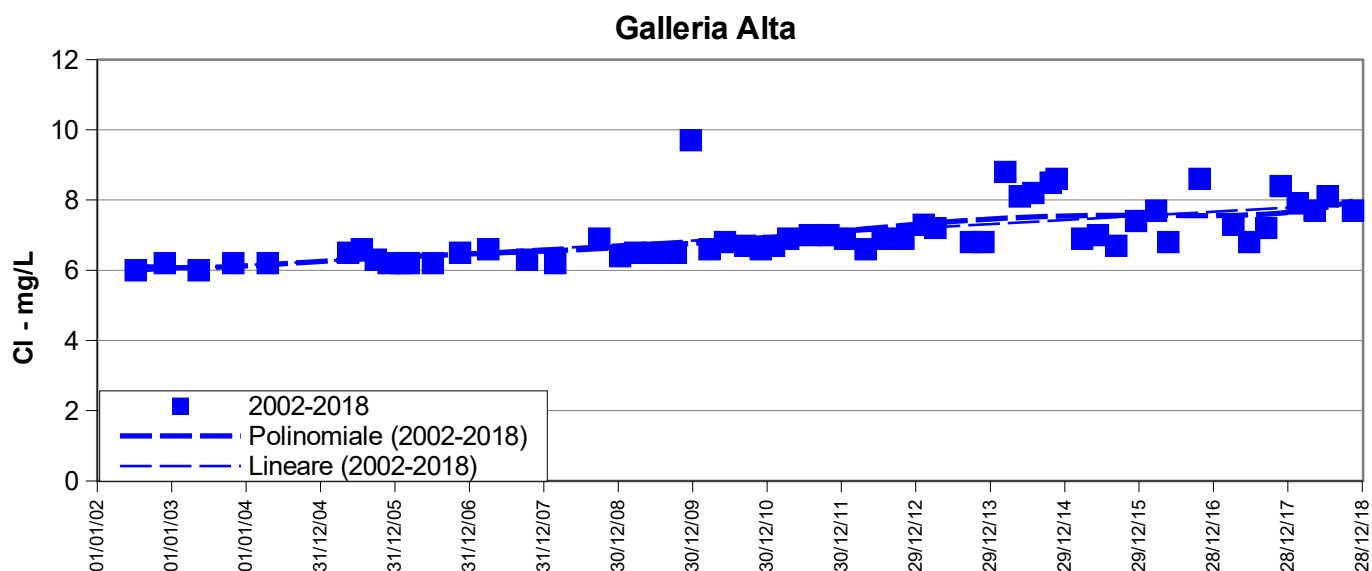
SORGENTE GALLERIA ALTA – SANTA FIORA					
data	pH	data	pH	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	8	28/10/11	6,99	NumObs	58
28/11/02	7	16/01/12	7	Minimum	6,5
14/05/03	6,97	26/04/12	7,2	Maximum	8
30/10/03	7,38	19/07/12	6,65	Mean	7,087
16/04/04	7,14	29/10/12	7	Median	7
17/05/05	7,1	05/02/13	7	Variance	0,115
22/07/05	7,2	04/04/13	6,9	SD	0,339
28/09/05	6,7	25/09/13	7	MAD/0.675	0,297
30/11/05	6,93	26/11/13	7,1	Skewness	0,599
02/02/06	7,4	13/03/14	7,7	Kurtosis	0,163
09/03/06	6,8	22/05/14	6,9	CV	0,0479
05/07/06	7,6	29/07/14	7	Outlier (Rosner – Dixon)	NO
16/11/06	7	22/10/14	7,4	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI
03/04/07	7,3	19/11/14	7,1		
10/10/07	7,2	25/03/15	7,3		
26/02/08	7,1	10/06/15	6,9		
29/09/08	6,6	08/09/15	6,9		
09/01/09	7,7	14/12/15	6,9		
23/03/09	6,9	22/03/16	7		
24/06/09	6,52	20/05/16	7,53		
09/10/09	7,5	20/10/16	6,81		
22/12/09	7,8	04/04/17	7,3		
23/03/10	6,7	21/06/17	6,5		
07/06/10	6,5	13/09/17	7,8		
14/09/10	6,95	22/11/17	7,3		
29/11/10	6,96	14/02/18	7,5		
03/02/11	6,89	07/05/18	6,8		
13/04/11	6,97	11/07/18	6,6		
28/07/11	6,96	12/11/18	7,2		



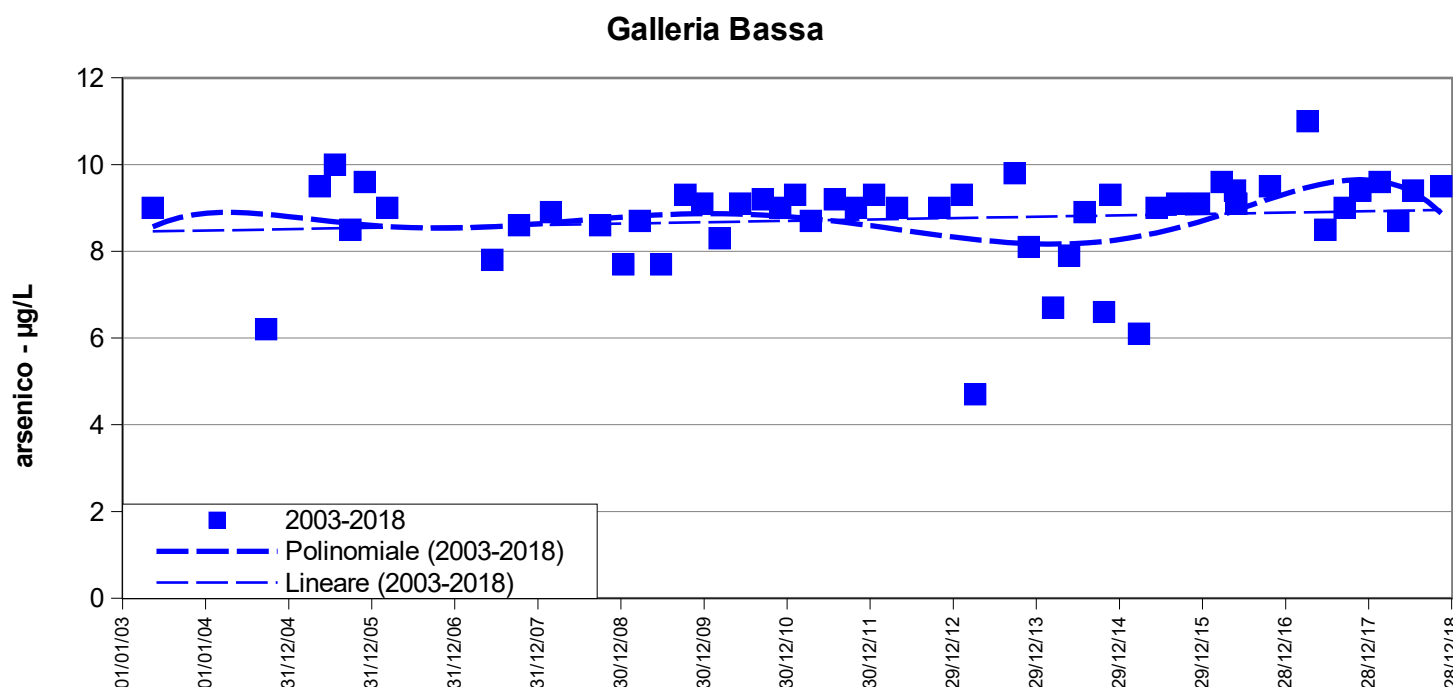
SORGENTE GALLERIA ALTA – SANTA FIORA					
data	SO4 mg/L	data	SO4 mg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	3	28/10/11	3,4	NumObs	57
28/11/02	3,4	16/01/12	3,3	Minimum	2,4
14/05/03	3	26/04/12	3,5	Maximum	16
30/10/03	3,3	19/07/12	3,4	Mean	4,051
16/04/04	3,2	29/10/12	3,4	Median	3,5
17/05/05	3,4	05/02/13	4,3	Variance	4,406
22/07/05	5,2	25/09/13	3,5	SD	2,099
28/09/05	3,6	26/11/13	5,3	MAD/0.675	0,445
30/11/05	3,4	13/03/14	4,2	Skewness	4,818
02/02/06	4	22/05/14	3,4	Kurtosis	24,3
09/03/06	3,5	29/07/14	3,7	CV	0,518
05/07/06	3,5	22/10/14	3,8	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
16/11/06	3,7	19/11/14	4,3	Normalità (Shapiro-WIilk)	NO (SI)
03/04/07	3,4	25/03/15	3,5		
10/10/07	2,4	10/06/15	3,5		
26/02/08	3,2	08/09/15	3,3		
29/09/08	3,9	14/12/15	3,9		
09/01/09	3,6	22/03/16	13*		
23/03/09	3,9	20/05/16	3,4		
24/06/09	4,1	20/10/16	4		
09/10/09	3,7	04/04/17	3,4		
22/12/09	4	21/06/17	3,4		
23/03/10	4,3	13/09/17	16*		
07/06/10	3,2	22/11/17	4,7		
14/09/10	2,8	14/02/18	4		
29/11/10	2,7	07/05/18	3,9		
03/02/11	3,5	11/07/18	4,5		
13/04/11	3,8	12/11/18	4,4		
28/07/11	3,8				



SORGENTE GALLERIA ALTA – SANTA FIORA					
data	Cl mg/L	data	Cl mg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	6	28/10/11	7	NumObs	58
28/11/02	6,2	16/01/12	6,9	Minimum	6
14/05/03	6	26/04/12	6,6	Maximum	9,7
30/10/03	6,2	19/07/12	6,9	Mean	7,017
16/04/04	6,2	29/10/12	6,9	Median	6,8
17/05/05	6,5	05/02/13	7,3	Variance	0,657
22/07/05	6,6	04/04/13	7,2	SD	0,81
28/09/05	6,3	25/09/13	6,8	MAD/0.675	0,593
30/11/05	6,2	26/11/13	6,8	Skewness	1,232
02/02/06	6,2	13/03/14	8,8	Kurtosis	1,166
09/03/06	6,2	22/05/14	8,1	CV	0,115
05/07/06	6,2	29/07/14	8,2	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
16/11/06	6,5	22/10/14	8,5	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI
03/04/07	6,6	19/11/14	8,6		
10/10/07	6,3	25/03/15	6,9		
26/02/08	6,2	10/06/15	7		
29/09/08	6,9	08/09/15	6,7		
09/01/09	6,4	14/12/15	7,4		
23/03/09	6,5	22/03/16	7,7		
24/06/09	6,5	20/05/16	6,8		
09/10/09	6,5	20/10/16	8,6		
22/12/09	9,7*	04/04/17	7,3		
23/03/10	6,6	21/06/17	6,8		
07/06/10	6,8	13/09/17	7,2		
14/09/10	6,7	22/11/17	8,4		
29/11/10	6,6	14/02/18	7,9		
03/02/11	6,7	07/05/18	7,7		
13/04/11	6,9	11/07/18	8,1		
28/07/11	7	12/11/18	7,7		

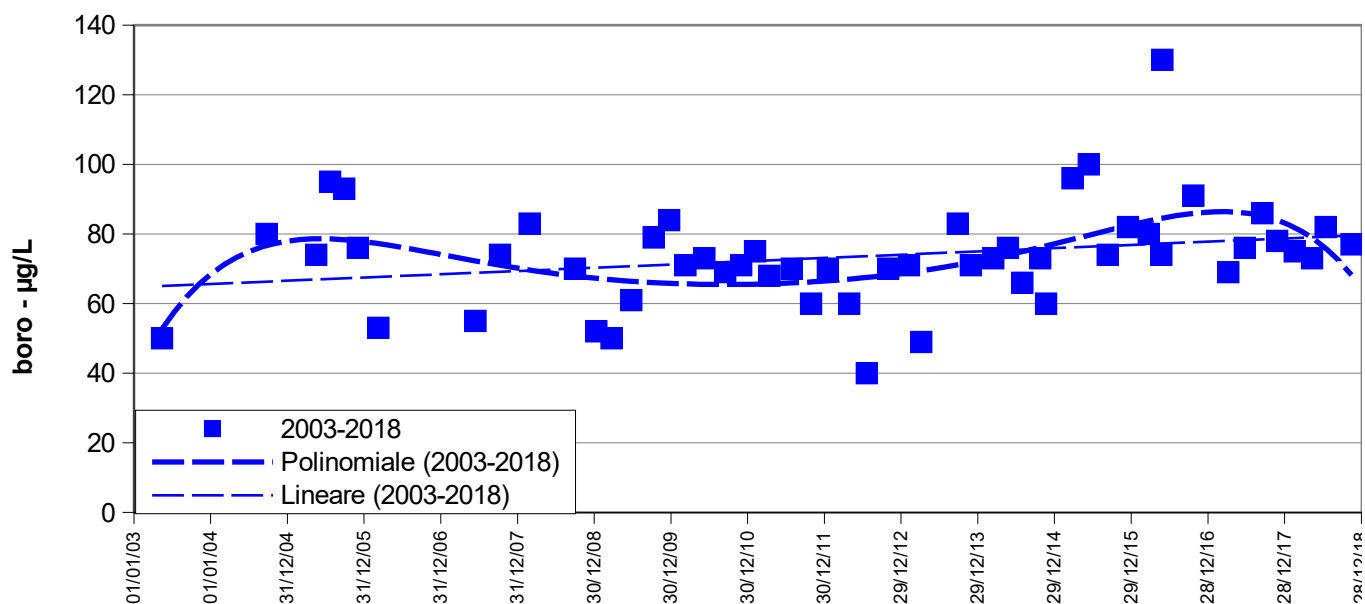


SORGENTE GALLERIA BASSA – SANTA FIORA					
data	As µg/L	data	As µg/L	Statistica descrittiva	2003-2018
14/05/03	9	29/10/12	9	NumObs	52
23/09/04	6,2	05/02/13	9,3	Minimum	4,7
17/05/05	9,5	04/04/13	4,7*	Maximum	11
22/07/05	10	25/09/13	9,8	Mean	8,742
28/09/05	8,5	26/11/13	8,1	Median	9
01/12/05	9,6	13/03/14	6,7	Variance	1,163
09/03/06	9	22/05/14	7,9	SD	1,078
14/06/07	7,8	29/07/14	8,9	MAD/0.675	0,593
09/10/07	8,6	22/10/14	6,6	Skewness	-1,678
26/02/08	8,9	19/11/14	9,3	Kurtosis	3,885
29/09/08	8,6	25/03/15	6,1	CV	0,123
09/01/09	7,7	10/06/15	9	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
23/03/09	8,7	08/09/15	9,1	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO
24/06/09	7,7	14/12/15	9,1		
09/10/09	9,3	22/03/16	9,6		
22/12/09	9,1	20/05/16	9,4		
09/03/10	8,3	25/05/16	9,1		
07/06/10	9,1	20/10/16	9,5		
14/09/10	9,2	04/04/17	11		
29/11/10	9	21/06/17	8,5		
03/02/11	9,3	13/09/17	9		
13/04/11	8,7	22/11/17	9,4		
28/07/11	9,2	14/02/18	9,6		
28/10/11	9	07/05/18	8,7		
16/01/12	9,3	11/07/18	9,4		
26/04/12	9	12/11/18	9,5		

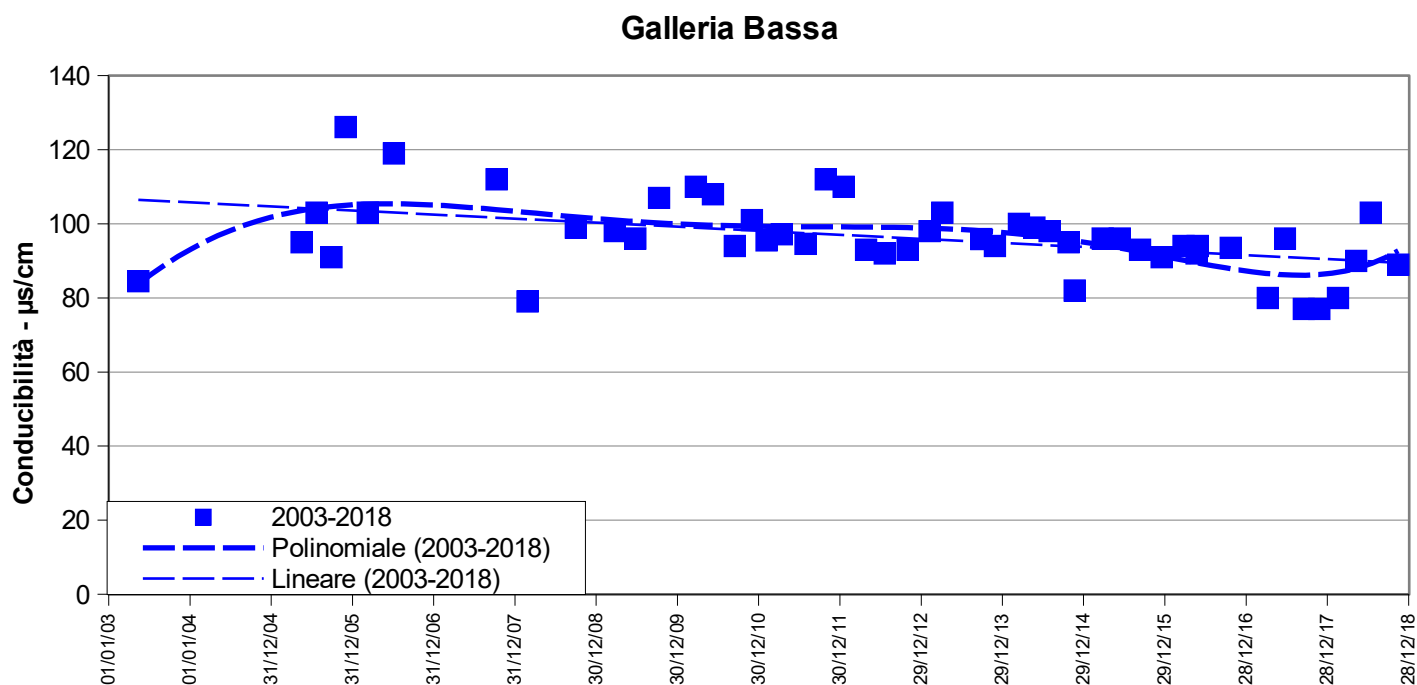


SORGENTE GALLERIA BASSA – SANTA FIORA					
data	B µg/L	data	B µg/L	Statistica descrittiva	2003-2018
14/05/03	50	16/01/12	70	NumObs	53
23/09/04	80	05/02/13	71	Minimum	40
17/05/05	74	04/04/13	49	Maximum	130
22/07/05	95	25/09/13	83	Mean	73,42
28/09/05	93	26/11/13	71	Median	73
01/12/05	76	13/03/14	73	Variance	216,7
09/03/06	53	22/05/14	76	SD	14,72
14/06/07	55	29/07/14	66	MAD/0.675	8,895
09/10/07	74	22/10/14	73	Skewness	0,811
26/02/08	83	19/11/14	60	Kurtosis	3,423
29/09/08	70	25/03/15	96	CV	0,201
09/01/09	52	10/06/15	100	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
23/03/09	50	08/09/15	74	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO (SI)
24/06/09	61	14/12/15	82		
09/10/09	79	22/03/16	80		
22/12/09	84	20/05/16	74		
09/03/10	71	25/05/16	130*		
07/06/10	73	20/10/16	91		
14/09/10	69	04/04/17	69		
29/11/10	71	21/06/17	76		
03/02/11	75	13/09/17	86		
13/04/11	68	22/11/17	78		
28/07/11	70	14/02/18	75		
28/10/11	60	07/05/18	73		
29/10/12	70	11/07/18	82		
19/07/12	40	12/11/18	77		
26/04/12	60				

Galleria Bassa

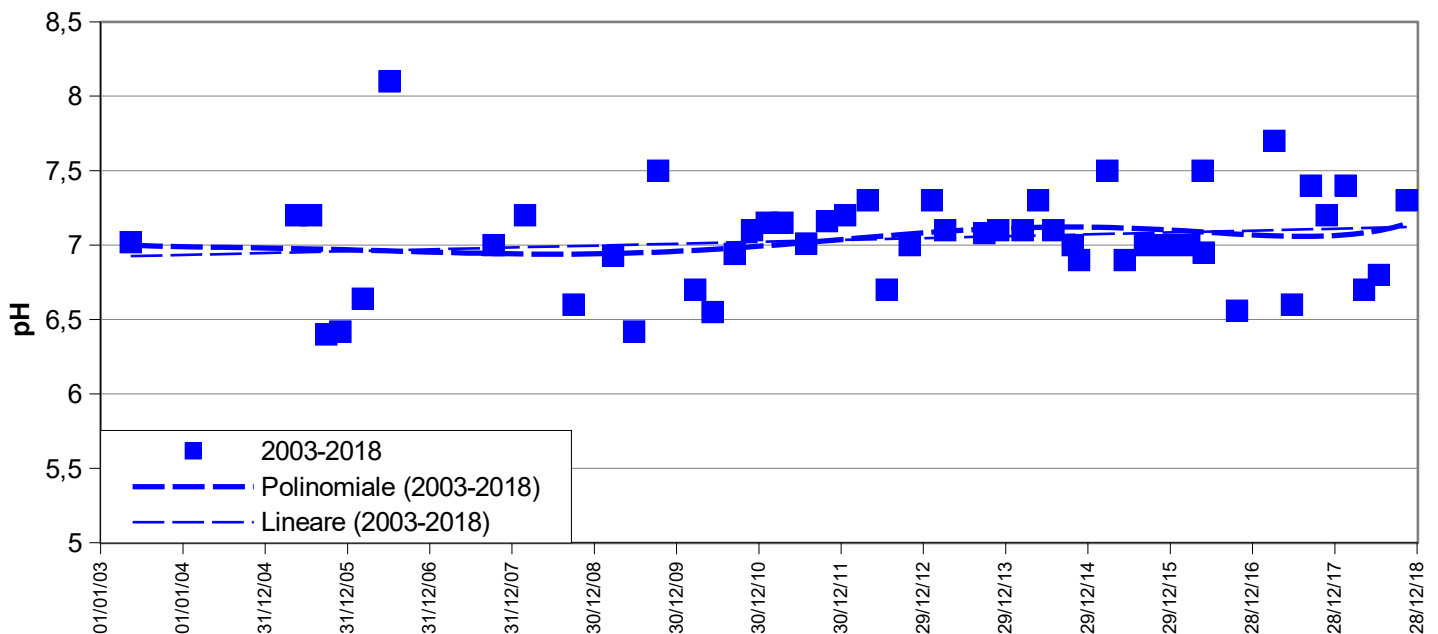


SORGENTE GALLERIA BASSA – SANTA FIORA					
data	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	data	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	Statistica descrittiva	2003-2018
14/05/03	84,5	05/02/13	98	NumObs	50
17/05/05	95	04/04/13	103	Minimum	77
22/07/05	103	25/09/13	95,9	Maximum	126,1
28/09/05	91	26/11/13	94	Mean	96,39
30/11/05	126	13/03/14	100	Median	95,7
09/03/06	103	22/05/14	99	Variance	100,7
05/07/06	119	29/07/14	98	SD	10,04
10/10/07	112	22/10/14	95	MAD/0.675	5,93
26/02/08	79	19/11/14	82	Skewness	0,419
29/09/08	99	25/03/15	96	Kurtosis	1,026
23/03/09	98	10/06/15	96	CV	0,104
24/06/09	96	08/09/15	93	Outlier (Rosner – Dixon)	NO
09/10/09	107	14/12/15	91	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI
23/03/10	110	22/03/16	94		
07/06/10	108	20/05/16	92		
14/09/10	94	25/05/16	94		
29/11/10	101	20/10/16	93,5		
03/02/11	95,5	04/04/17	80		
13/04/11	97,2	21/06/17	96		
28/07/11	94,6	13/09/17	77		
28/10/11	112	22/11/17	77		
16/01/12	110	14/02/18	80		
26/04/12	93	07/05/18	90		
19/07/12	92	11/07/18	103		
29/10/12	93	12/11/18	89		



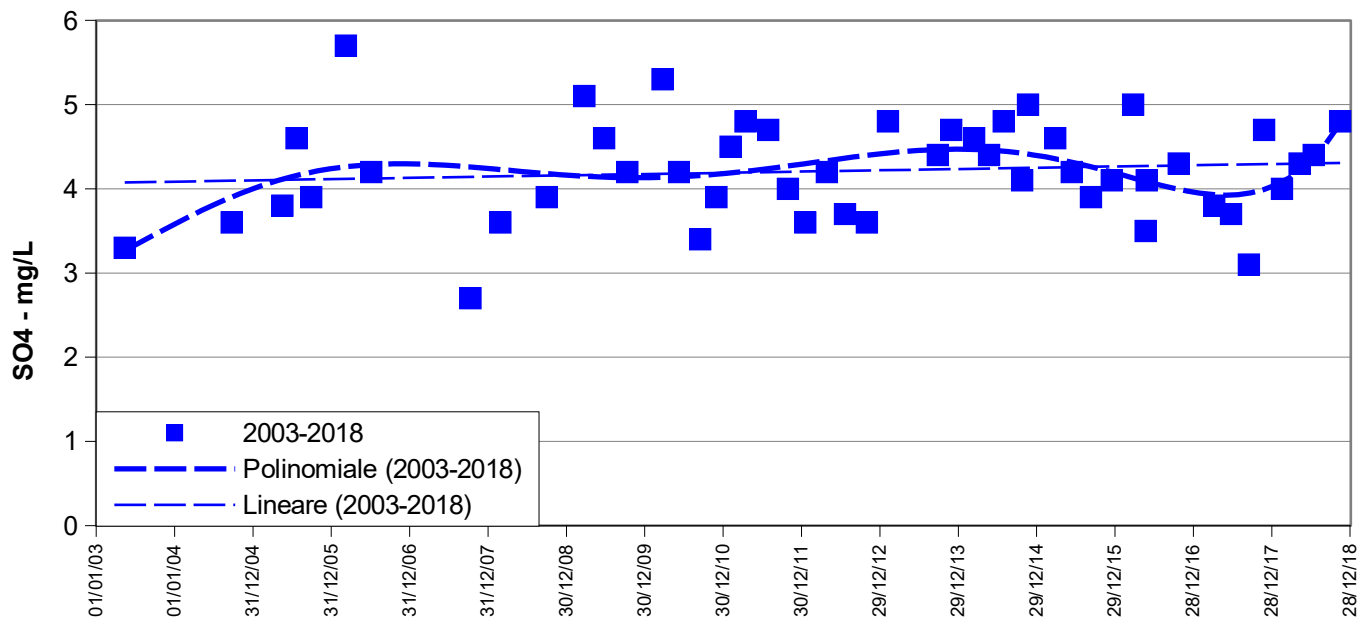
SORGENTE GALLERIA BASSA – SANTA FIORA					
data	pH	data	pH	Statistica descrittiva	2003-2018
14/05/03	7,02	05/02/13	7,3	NumObs	50
17/05/05	7,2	04/04/13	7,1	Minimum	6,4
22/07/05	7,2	25/09/13	7,08	Maximum	8,1
28/09/05	6,4	26/11/13	7,1	Mean	7,042
30/11/05	6,42	13/03/14	7,1	Median	7,05
09/03/06	6,64	22/05/14	7,3	Variance	0,114
05/07/06	8,1*	29/07/14	7,1	SD	0,338
10/10/07	7	22/10/14	7	MAD/0.675	0,222
26/02/08	7,2	19/11/14	6,9	Skewness	0,326
29/09/08	6,6	25/03/15	7,5	Kurtosis	0,985
23/03/09	6,93	10/06/15	6,9	CV	0,048
24/06/09	6,42	08/09/15	7	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
09/10/09	7,5	14/12/15	7	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI
23/03/10	6,7	22/03/16	7		
07/06/10	6,55	20/05/16	7,5		
14/09/10	6,94	25/05/16	6,95		
29/11/10	7,1	20/10/16	6,56		
03/02/11	7,15	04/04/17	7,7		
13/04/11	7,15	21/06/17	6,6		
28/07/11	7,01	13/09/17	7,4		
28/10/11	7,16	22/11/17	7,2		
16/01/12	7,2	14/02/18	7,4		
26/04/12	7,3	07/05/18	6,7		
19/07/12	6,7	11/07/18	6,8		
29/10/12	7	12/11/18	7,3		

Galleria Bassa



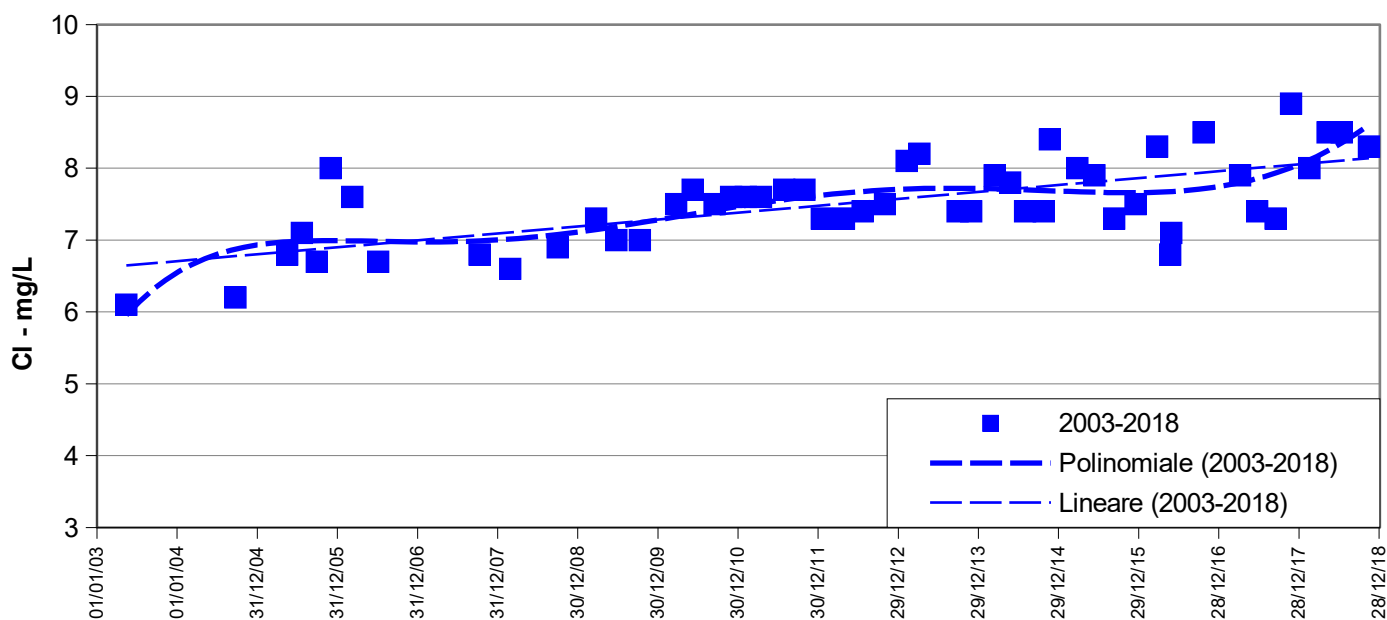
SORGENTE GALLERIA BASSA – SANTA FIORA					
data	SO4 mg/L	data	SO4 mg/L	Statistica descrittiva	2003-2018
14/05/03	3,3	29/10/12	3,6	NumObs	49
23/09/04	3,6	05/02/13	4,8	Minimum	2,7
17/05/05	3,8	25/09/13	4,4	Maximum	5,7
22/07/05	4,6	26/11/13	4,7	Mean	4,212
28/09/05	3,9	13/03/14	4,6	Median	4,2
30/11/05	6,6	22/05/14	4,4	Variance	0,349
09/03/06	5,7	29/07/14	4,8	SD	0,59
05/07/06	4,2	22/10/14	4,1	MAD/0.675	0,593
10/10/07	2,7	19/11/14	5	Skewness	-0,0282
26/02/08	3,6	25/03/15	4,6	Kurtosis	0,18
29/09/08	3,9	10/06/15	4,2	CV	0,14
23/03/09	5,1	08/09/15	3,9	Outlier (Rosner – Dixon)	NO
24/06/09	4,6	14/12/15	4,1	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI
09/10/09	4,2	22/03/16	5		
23/03/10	5,3	20/05/16	3,5		
07/06/10	4,2	25/05/16	4,1		
14/09/10	3,4	20/10/16	4,3		
29/11/10	3,9	04/04/17	3,8		
03/02/11	4,5	21/06/17	3,7		
13/04/11	4,8	13/09/17	3,1		
28/07/11	4,7	22/11/17	4,7		
28/10/11	4	14/02/18	4		
16/01/12	3,6	07/05/18	4,3		
26/04/12	4,2	11/07/18	4,4		
19/07/12	3,7	12/11/18	4,8		

Galleria Bassa



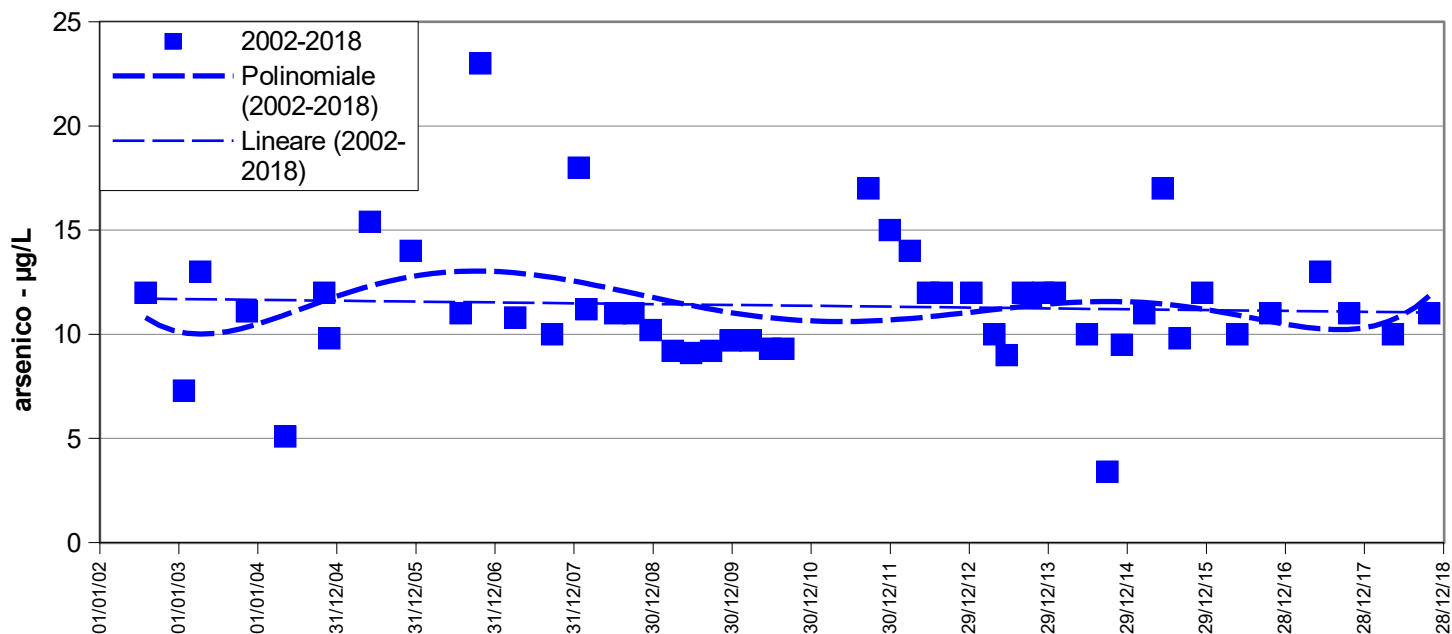
SORGENTE GALLERIA BASSA – SANTA FIORA					
data	Cl mg/L	data	Cl mg/L	Statistica descrittiva	2003-2018
14/05/03	6,1	05/02/13	8,1	NumObs	51
23/09/04	6,2	04/04/13	8,2	Minimum	6,1
17/05/05	6,8	25/09/13	7,4	Maximum	8,9
22/07/05	7,1	26/11/13	7,4	Mean	7,518
28/09/05	6,7	13/03/14	7,9	Median	7,5
30/11/05	8	22/05/14	7,8	Variance	0,36
09/03/06	7,6	29/07/14	7,4	SD	0,6
05/07/06	6,7	22/10/14	7,4	MAD/0.675	0,593
10/10/07	6,8	19/11/14	8,4	Skewness	-0,0615
26/02/08	6,6	25/03/15	8	Kurtosis	-0,0297
29/09/08	6,9	10/06/15	7,9	CV	0,0798
23/03/09	7,3	08/09/15	7,3	Outlier (Rosner – Dixon)	NO
24/06/09	7	14/12/15	7,5	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI
09/10/09	7	22/03/16	8,3		
23/03/10	7,5	20/05/16	6,8		
07/06/10	7,7	25/05/16	7,1		
14/09/10	7,5	20/10/16	8,5		
29/11/10	7,6	04/04/17	7,9		
03/02/11	7,6	21/06/17	7,4		
13/04/11	7,6	13/09/17	7,3		
28/07/11	7,7	22/11/17	8,9		
28/10/11	7,7	14/02/18	8		
16/01/12	7,3	07/05/18	8,5		
26/04/12	7,3	11/07/18	8,5		
19/07/12	7,4	12/11/18	8,3		
29/10/12	7,5				

Galleria Bassa



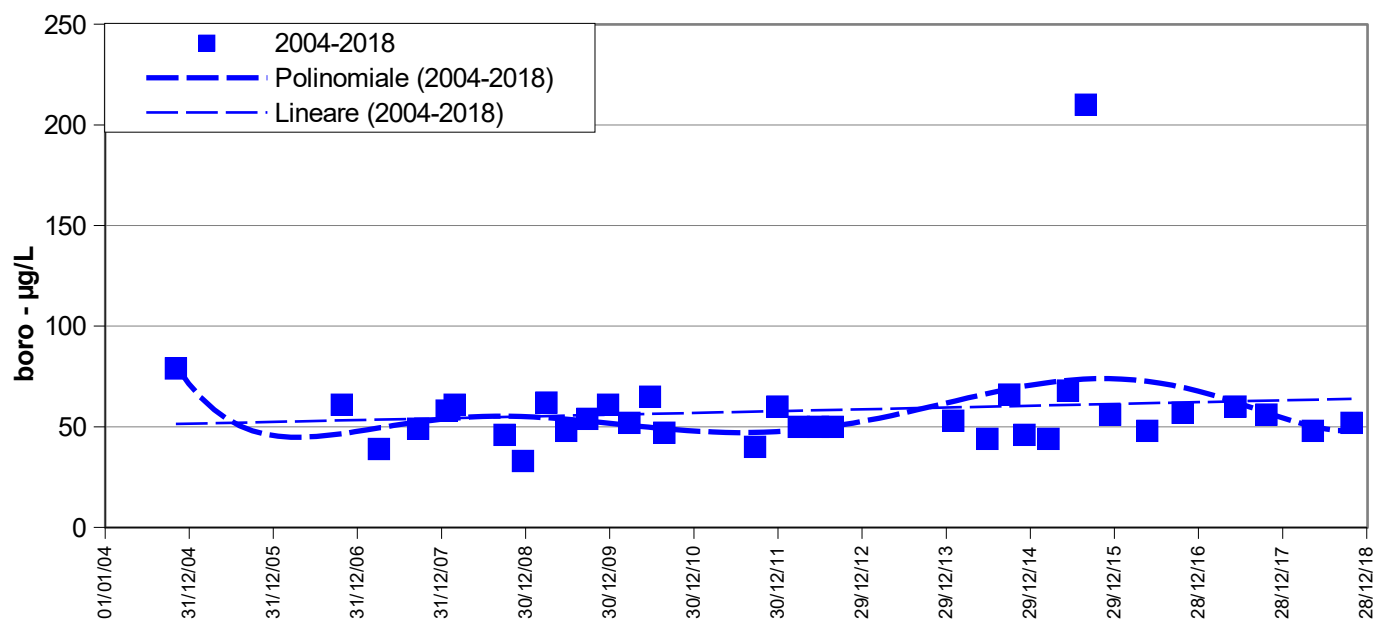
POZZO PIAN DE RENAI - ABBADIA SAN SALVATORE					
data	As µg/L	data	As µg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
31/07/02	12	21/09/11	17	NumObs	49
24/01/03	7,3	28/12/11	15	Minimum	3,4
10/04/03	13	29/03/12	14	Maximum	23
11/11/03	11,1	21/06/12	12	Mean	11,37
06/05/04	5,1	23/08/12	12	Median	11
03/11/04	12	08/01/13	12	Variance	9,772
26/11/04	9,8	24/04/13	10	SD	3,126
01/06/05	15,4	20/06/13	9	MAD/0.675	1,483
07/12/05	14	03/09/13	12	Skewness	1,039
25/07/06	11	05/12/13	12	Kurtosis	3,934
24/10/06	23*	29/01/14	12	CV	0,275
03/04/07	10,8	26/06/14	10	Outlier (Rosner)	SI
20/09/07	10	29/09/14	3,4	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO
22/01/08	18	04/12/14	9,5		
26/02/08	11,2	18/03/15	11		
08/07/08	11	10/06/15	17		
30/09/08	11	27/08/15	9,8		
18/12/08	10,2	10/12/15	12		
30/03/09	9,2	20/05/16	10		
24/06/09	9,1	20/10/16	11		
24/09/09	9,2	07/06/17	13		
23/12/09	9,7	19/10/17	11		
25/03/10	9,7	08/05/18	10		
23/06/10	9,3	23/10/18	11		
24/08/10	9,3				

Pian dei Renai



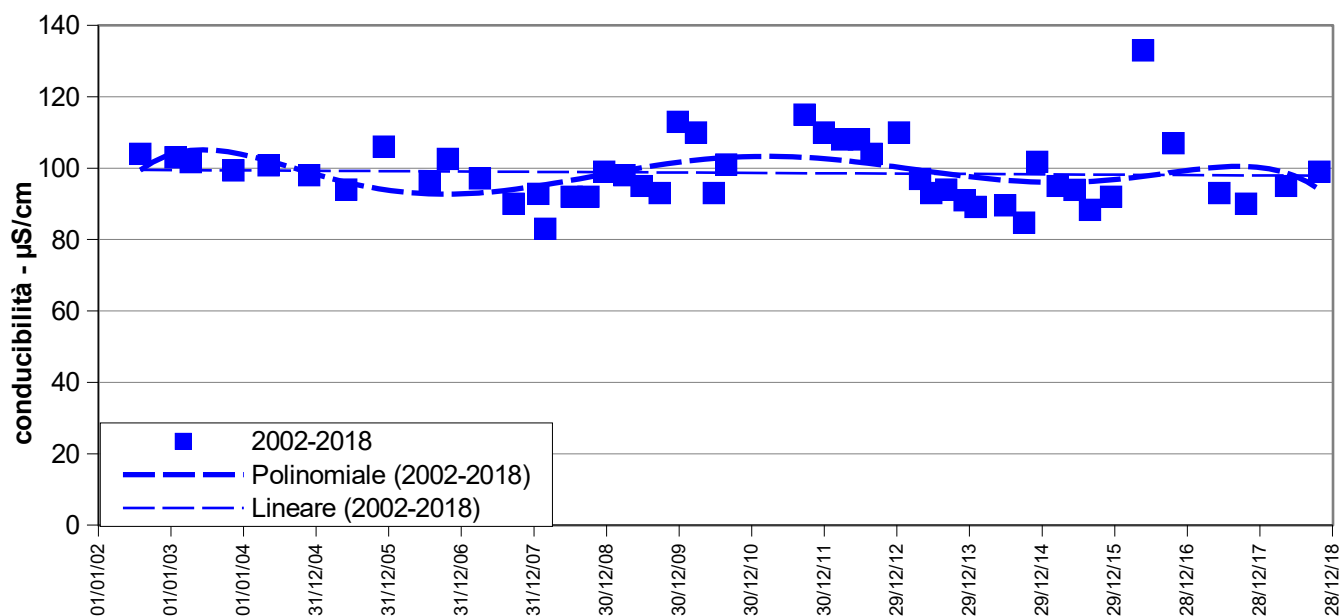
POZZO PIAN DE RENAI - ABBADIA SAN SALVATORE					
data	B $\mu\text{g/L}$	data	B $\mu\text{g/L}$	Statistica descrittiva	2004-2018
03/11/04	79	08/01/13	49	NumObs	34
24/10/06	61	24/04/13	67	Minimum	33
03/04/07	39	20/06/13	48	Maximum	210
20/09/07	49	03/09/13	48	Mean	58,03
22/01/08	58	05/12/13	49	Median	52,5
26/02/08	61	29/01/14	53	Variance	806,5
30/09/08	46	26/06/14	44	SD	28,4
18/12/08	33	29/09/14	66	MAD/0.675	9,637
30/03/09	62	04/12/14	46	Skewness	4,887
24/06/09	48	18/03/15	44	Kurtosis	26,57
24/09/09	54	10/06/15	68	CV	0,489
23/12/09	61	27/08/15	210*	Outlier (Rosner)	NO
25/03/10	52	10/12/15	56	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO (SI)
23/06/10	65	20/05/16	48		
24/08/10	47	20/10/16	57		
21/09/11	40	07/06/17	60		
28/12/11	60	19/10/17	56		
29/03/12	<100	08/05/18	48		
21/06/12	50	23/10/18	52		
23/08/12	50				

Pian dei Renai



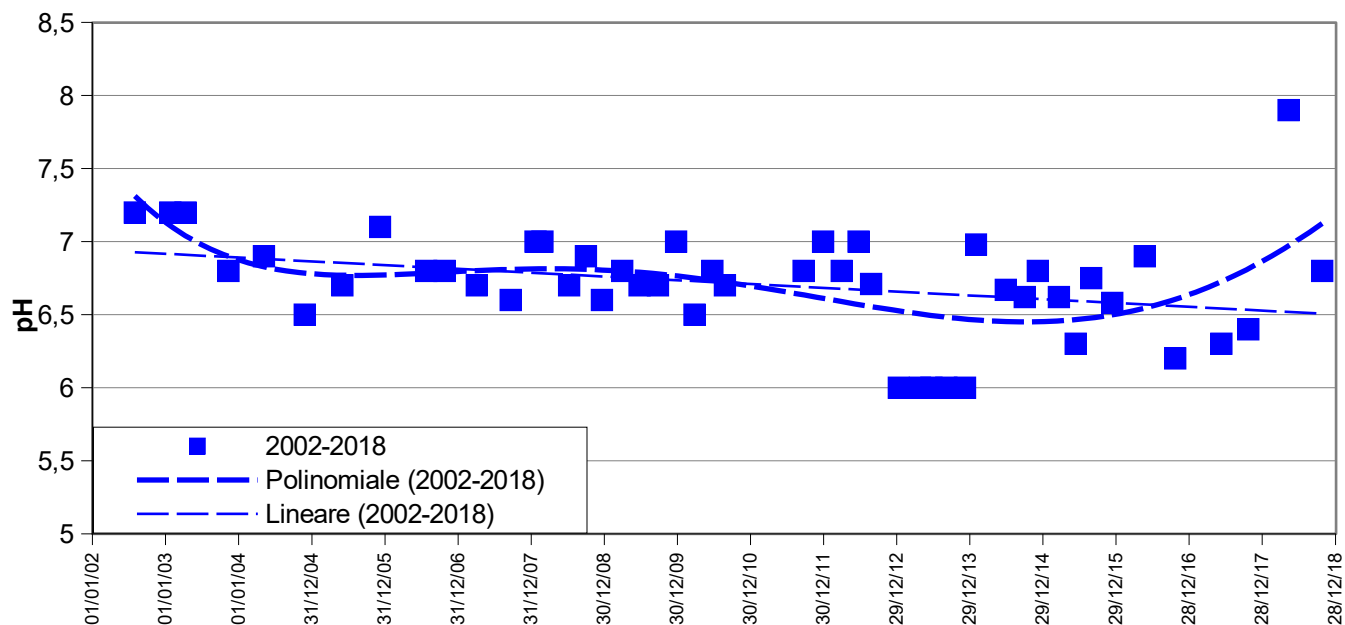
POZZO PIAN DE RENAI - ABBADIA SAN SALVATORE					
data	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	data	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	Statistica descrittiva	2002-2018
31/07/02	104	21/09/11	115	NumObs	48
24/01/03	103	28/12/11	110	Minimum	83
10/04/03	101,7	29/03/12	108	Maximum	133
11/11/03	99,4	21/06/12	108	Mean	98,66
06/05/04	100,8	23/08/12	104	Median	97,05
26/11/04	98	08/01/13	110	Variance	80,88
01/06/05	94	24/04/13	97	SD	8,993
07/12/05	106	20/06/13	93	MAD/0.675	7,487
25/07/06	96	03/09/13	94	Skewness	1,28
24/10/06	102,6	05/12/13	91	Kurtosis	3,197
03/04/07	97,1	29/01/14	89,1	CV	0,0912
20/09/07	90	26/06/14	89,6	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
22/01/08	92,8	29/09/14	84,7	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO (SI)
26/02/08	83	04/12/14	101,8		
08/07/08	92	18/03/15	95		
30/09/08	92	10/06/15	93,9		
18/12/08	99	27/08/15	88,3		
30/03/09	98	10/12/15	92		
24/06/09	95	20/05/16	133*		
24/09/09	93	20/10/16	107		
23/12/09	113	07/06/17	93		
25/03/10	110	19/10/17	90		
23/06/10	93	08/05/18	95		
24/08/10	101	23/10/18	99		

Pian dei Renai

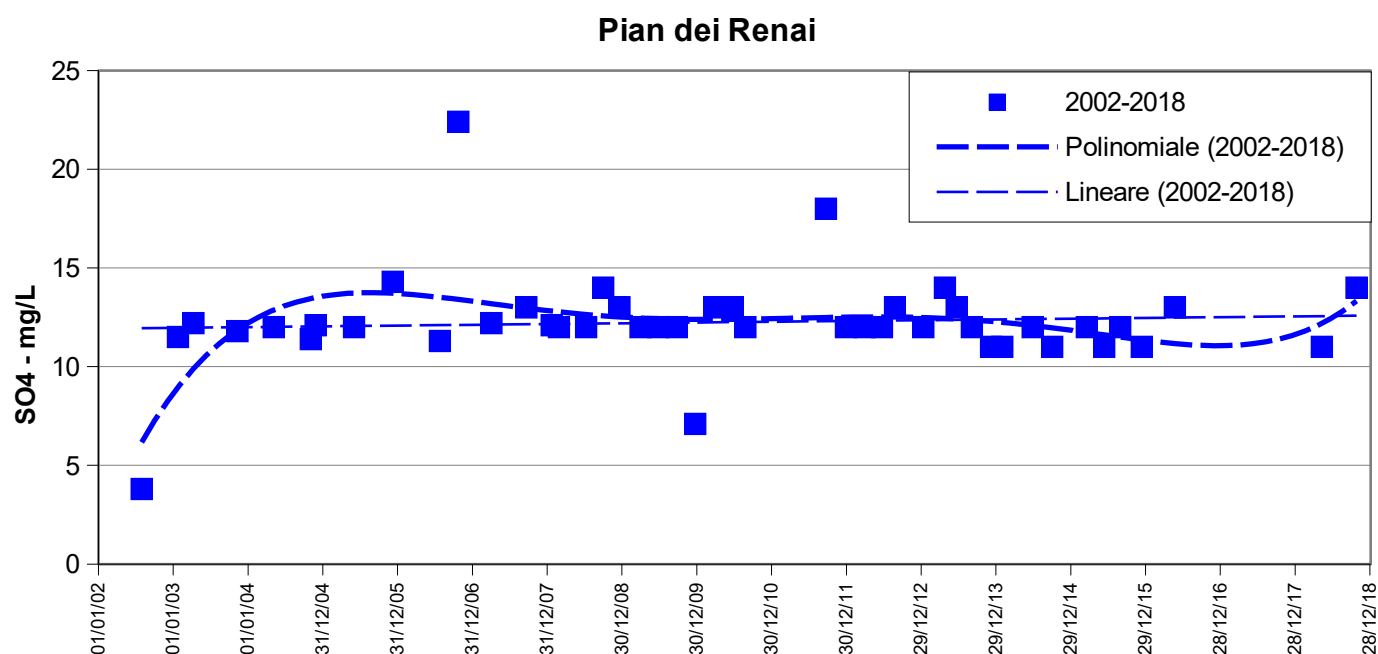


POZZO PIAN DE RENAI - ABBADIA SAN SALVATORE					
data	pH	data	pH	Statistica descrittiva	2002-2018
31/07/02	7,2	21/09/11	6,8	NumObs	48
24/01/03	7,2	28/12/11	7	Minimum	6
10/04/03	7,2	29/03/12	6,8	Maximum	7,9
11/11/03	6,8	21/06/12	7	Mean	6,709
06/05/04	6,9	23/08/12	6,71	Median	6,73
26/11/04	6,5	08/01/13	6	Variance	0,135
01/06/05	6,7	24/04/13	6	SD	0,367
07/12/05	7,1	20/06/13	6	MAD/0.675	0,252
25/07/06	6,8	03/09/13	6	Skewness	0,077
24/10/06	6,8	05/12/13	6	Kurtosis	1,678
03/04/07	6,7	29/01/14	6,98	CV	0,0547
20/09/07	6,6	26/06/14	6,67	Outlier (Rosner – Dixon)	NO
22/01/08	7	29/09/14	6,62	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO
26/02/08	7	04/12/14	6,8		
08/07/08	6,7	18/03/15	6,62		
30/09/08	6,9	10/06/15	6,3		
18/12/08	6,6	27/08/15	6,75		
30/03/09	6,8	10/12/15	6,58		
24/06/09	6,7	20/05/16	6,9		
24/09/09	6,7	20/10/16	6,2		
23/12/09	7	07/06/17	6,3		
25/03/10	6,5	19/10/17	6,4		
23/06/10	6,8	08/05/18	7,9		
24/08/10	6,7	23/10/18	6,8		

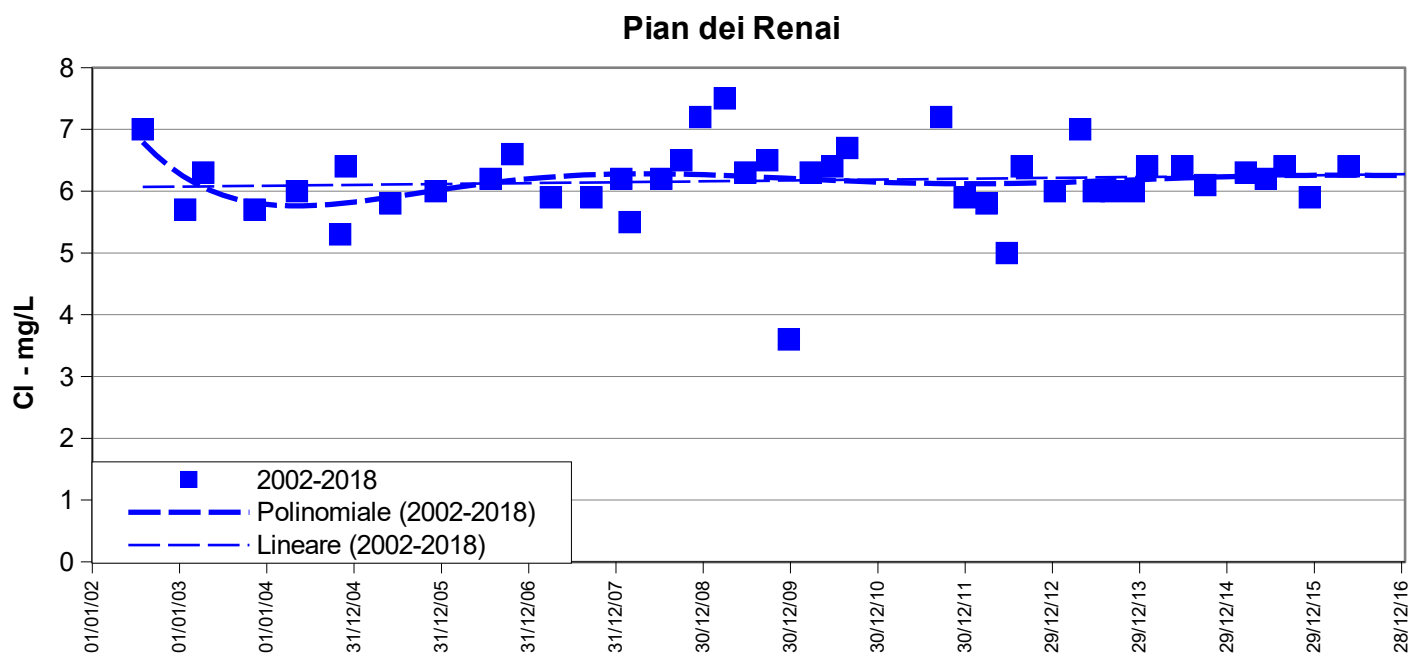
Pian dei Renai



POZZO PIAN DE RENAI - ABBADIA SAN SALVATORE					
data	SO4 mg/L	data	SO4 mg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
31/07/02	3,8*	21/09/11	18*	NumObs	46
24/01/03	11,5	28/12/11	12	Minimum	1
10/04/03	12,2	29/03/12	12	Maximum	22,4
11/11/03	11,8	21/06/12	12	Mean	12
06/05/04	12	23/08/12	13	Median	12
03/11/04	11,4	08/01/13	12	Variance	8,621
26/11/04	12,1	24/04/13	14	SD	2,936
01/06/05	12	20/06/13	13	MAD/0.675	0,964
07/12/05	14,3	03/09/13	12	Skewness	-0,576
25/07/06	11,3	05/12/13	11	Kurtosis	8,008
24/10/06	22,4*	29/01/14	11	CV	0,245
03/04/07	12,2	26/06/14	12	Outlier (Rosner)	SI
20/09/07	13	29/09/14	11	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO
22/01/08	12,1	04/12/14	<1*		
26/02/08	12	18/03/15	12		
08/07/08	12	10/06/15	11		
30/09/08	14	27/08/15	12		
18/12/08	13	10/12/15	11		
30/03/09	12	20/05/16	13		
24/06/09	12	20/10/16	-		
24/09/09	12	07/06/17	-		
23/12/09	7,1*	19/10/17	-		
25/03/10	13	08/05/18	11		
23/06/10	13	23/10/18	14		
24/08/10	12				

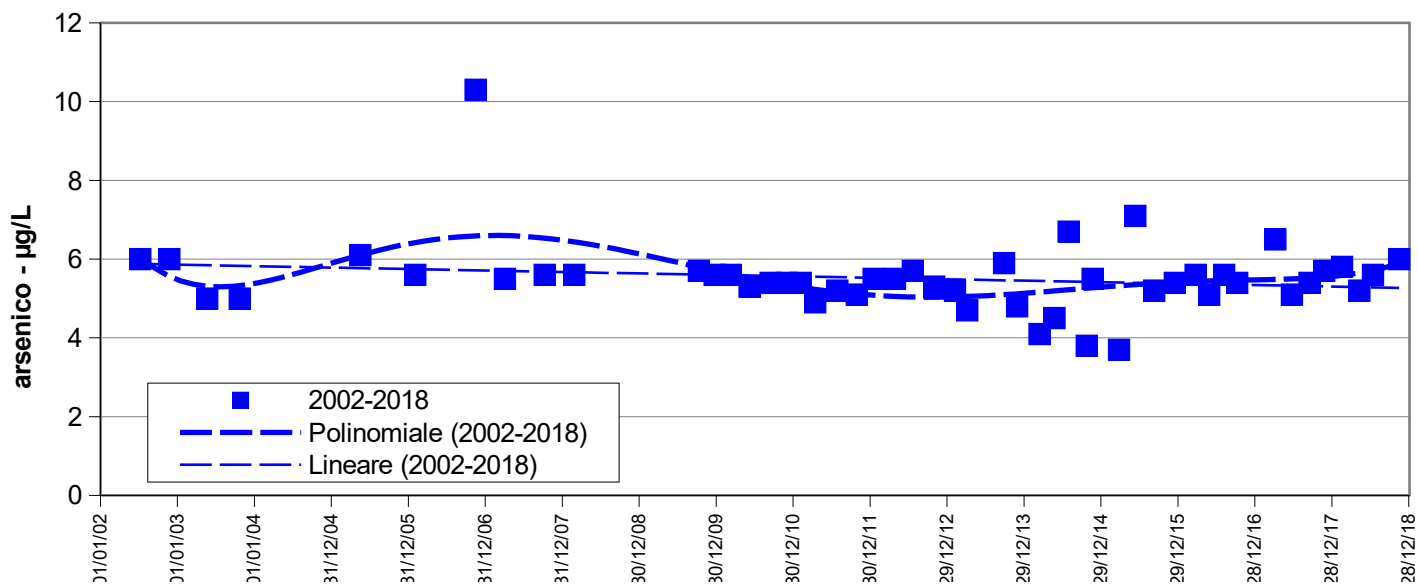


POZZO PIAN DE RENAI - ABBADIA SAN SALVATORE					
data	Cl mg/L	data	Cl mg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
31/07/02	7	21/09/11	7,2	NumObs	45
24/01/03	5,7	28/12/11	5,9	Minimum	3,6
10/04/03	6,3	29/03/12	5,8	Maximum	7,5
11/11/03	5,7	21/06/12	5	Mean	6,178
06/05/04	6	23/08/12	6,4	Median	6,2
03/11/04	5,3	08/01/13	6	Variance	0,384
26/11/04	6,4	24/04/13	7	SD	0,62
01/06/05	5,8	20/06/13	6	MAD/0.675	0,297
07/12/05	6	03/09/13	6	Skewness	-1,419
25/07/06	6,2	05/12/13	6	Kurtosis	6,188
24/10/06	6,6	29/01/14	6,4	CV	0,1
03/04/07	5,9	26/06/14	6,4	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
20/09/07	5,9	29/09/14	6,1	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI (NO)
22/01/08	6,2	04/12/14	<1*		
26/02/08	5,5	18/03/15	6,3		
08/07/08	6,2	10/06/15	6,2		
30/09/08	6,5	27/08/15	6,4		
18/12/08	7,2	10/12/15	5,9		
30/03/09	7,5	20/05/16	6,4		
24/06/09	6,3	20/10/16	-		
24/09/09	6,5	07/06/17	-		
23/12/09	3,6*	19/10/17	-		
25/03/10	6,3	08/05/18	6,4		
23/06/10	6,4	23/10/18	6,5		
24/08/10	6,7				



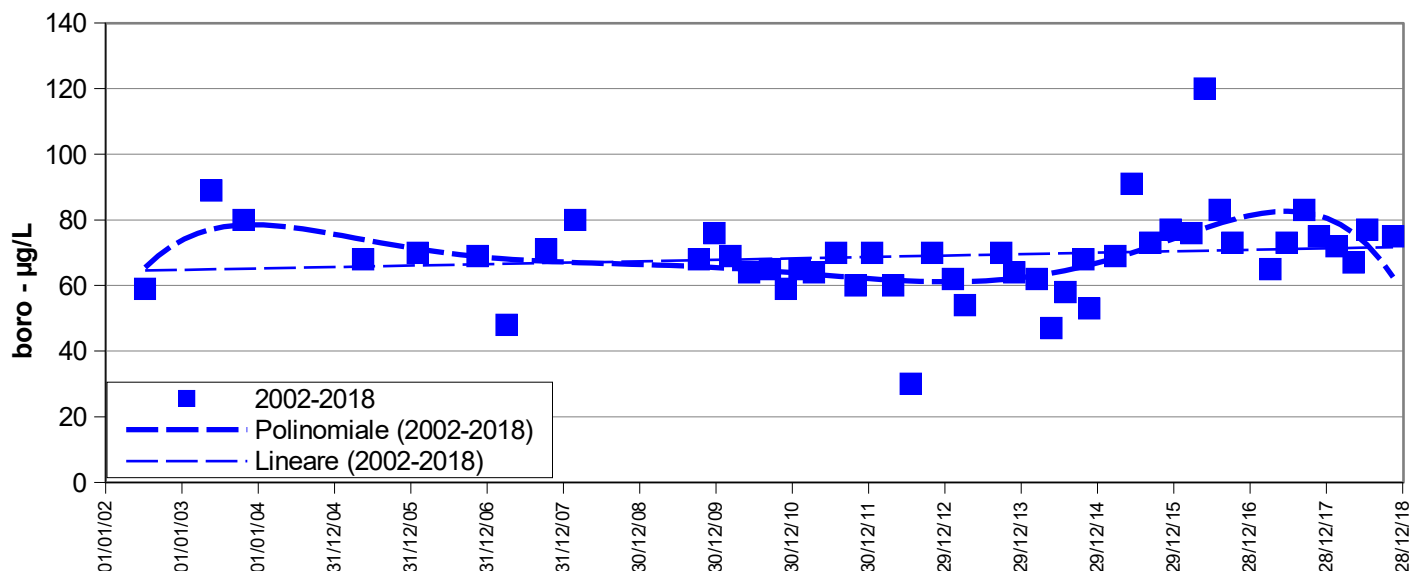
SORGENTE BURLANA – SEGGIANO					
data	As µg/L	data	As µg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	6	04/04/13	4,7	NumObs	49
24/11/02	6	25/09/13	5,9	Minimum	3,7
22/05/03	5	26/11/13	4,8	Maximum	10,3
23/10/03	5	13/03/14	4,1	Mean	5,508
17/05/05	6,1	22/05/14	4,5	Median	5,5
02/02/06	5,6	29/07/14	6,7	Variance	0,868
15/11/06	10,3*	22/10/14	3,8	SD	0,932
03/04/07	5,5	19/11/14	5,5	MAD/0.675	0,445
09/10/07	5,6	25/03/15	3,7	Skewness	2,713
26/02/08	5,6	10/06/15	7,1	Kurtosis	14,43
09/10/09	5,7	08/09/15	5,2	CV	0,169
22/12/09	5,6	14/12/15	5,4	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
09/03/10	5,6	22/03/16	5,6	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO
07/06/10	5,3	25/05/16	5,1		
14/09/10	5,4	04/08/16	5,6		
29/11/10	5,4	05/10/16	5,4		
03/02/11	5,4	04/04/17	6,5		
13/04/11	4,9	21/06/17	5,1		
28/07/11	5,2	13/09/17	5,4		
28/10/11	5,1	22/11/17	5,7		
16/01/12	5,5	14/02/18	5,8		
26/04/12	5,5	07/05/18	5,2		
19/07/12	5,7	11/07/18	5,6		
29/10/12	5,3	12/11/18	6		
05/02/13	5,2				

Burlana

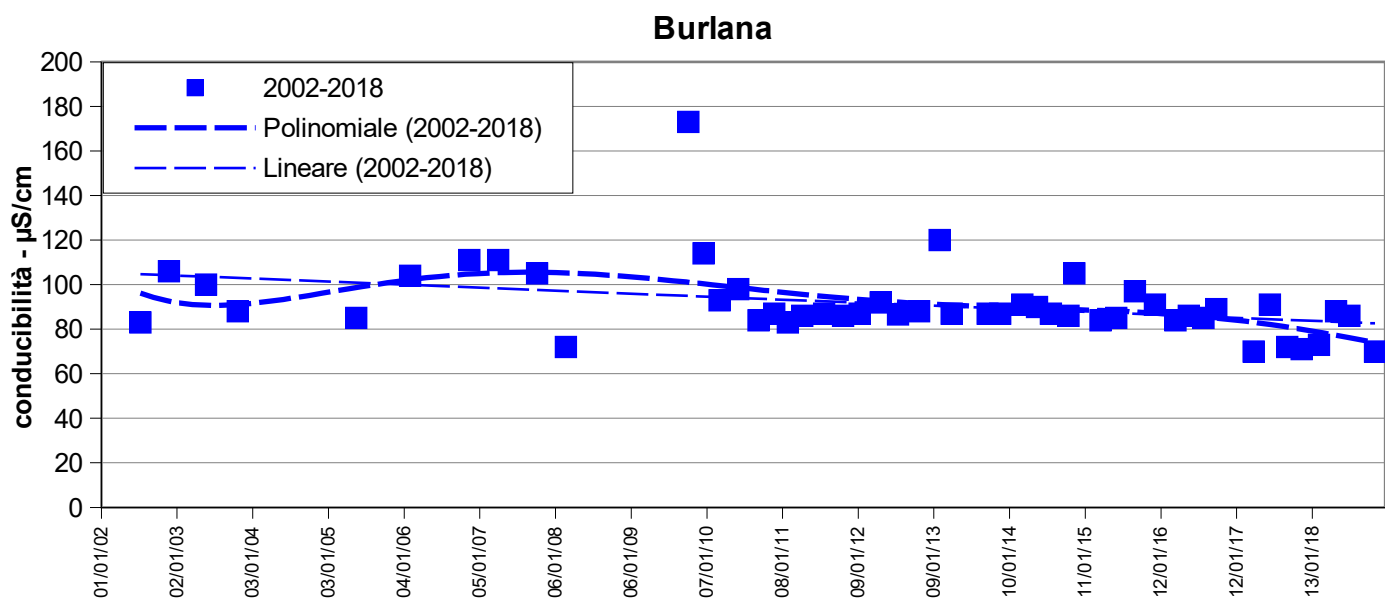


SORGENTE BURLANA – SEGGIANO					
data	B $\mu\text{g/L}$	data	B $\mu\text{g/L}$	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	59	04/04/13	54	NumObs	48
22/05/03	89	25/09/13	70	Minimum	30
23/10/03	80	26/11/13	64	Maximum	120
17/05/05	68	13/03/14	62	Mean	68,98
02/02/06	70	22/05/14	47	Median	69
15/11/06	69	29/07/14	58	Variance	172,8
03/04/07	48	22/10/14	68	SD	13,14
09/10/07	71	19/11/14	53	MAD/0.675	8,895
26/02/08	80	25/03/15	69	Skewness	0,68
09/10/09	68	10/06/15	91	Kurtosis	5,059
22/12/09	76	08/09/15	73	CV	0,191
09/03/10	69	14/12/15	77	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
07/06/10	64	22/03/16	76	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI (NO)
14/09/10	65	25/05/16	120*		
29/11/10	59	04/08/16	83		
03/02/11	65	05/10/16	73		
13/04/11	64	04/04/17	65		
28/07/11	70	21/06/17	73		
28/10/11	60	13/09/17	83		
16/01/12	70	22/11/17	75		
26/04/12	60	14/02/18	72		
19/07/12	30*	07/05/18	67		
29/10/12	70	11/07/18	77		
05/02/13	62	12/11/18	75		

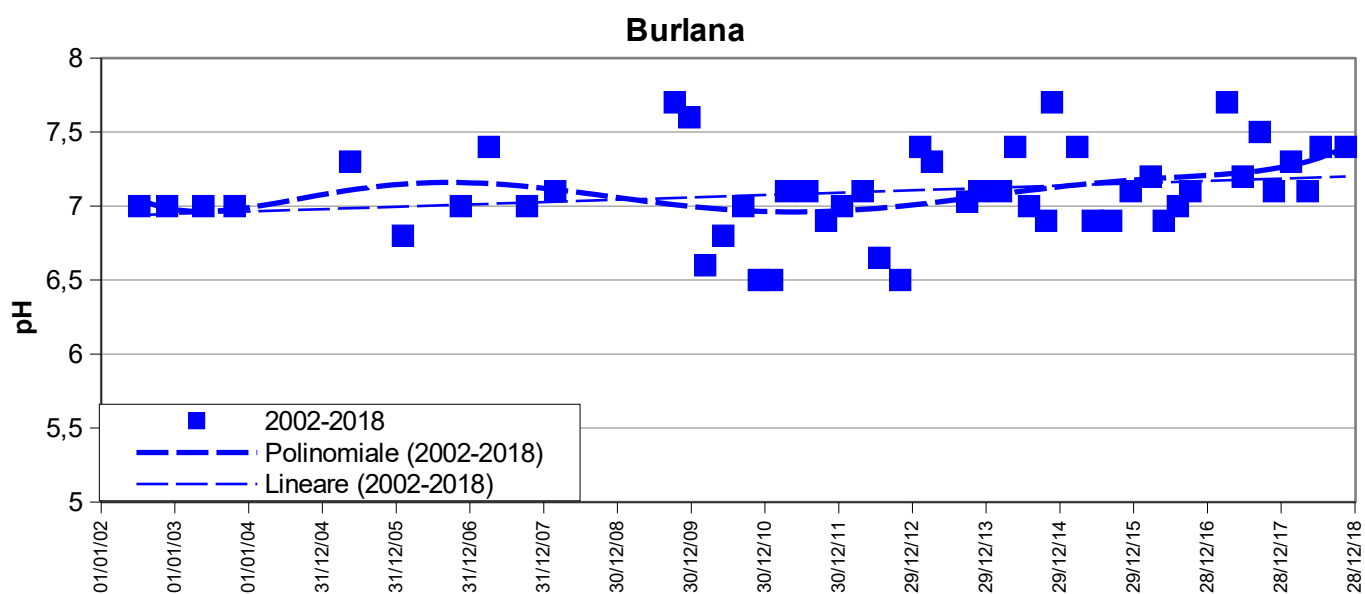
Burlana



SORGENTE BURLANA – SEGGIANO					
data	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	data	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	83	04/04/13	87	NumObs	49
24/11/02	106	25/09/13	87	Minimum	70
22/05/03	100	26/11/13	87	Maximum	173
23/10/03	88	13/03/14	91	Mean	91,26
17/05/05	85	22/05/14	90	Median	87
02/02/06	104	29/07/14	87	Variance	267,6
15/11/06	111	22/10/14	86	SD	16,36
03/04/07	111	19/11/14	105	MAD/0.675	5,93
09/10/07	105	25/03/15	84	Skewness	2,76
26/02/08	72	10/06/15	85	Kurtosis	12,31
09/10/09	173*	08/09/15	97	CV	0,179
22/12/09	114	14/12/15	91	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
09/03/10	93	22/03/16	84	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO
07/06/10	98	25/05/16	86		
14/09/10	84	04/08/16	85		
29/11/10	87	05/10/16	89		
03/02/11	83	04/04/17	70		
13/04/11	86	21/06/17	91		
28/07/11	87	13/09/17	72		
28/10/11	86	22/11/17	71		
16/01/12	87	14/02/18	73		
26/04/12	92	07/05/18	88		
19/07/12	86,6	11/07/18	86		
29/10/12	88	12/11/18	70		
05/02/13	120				

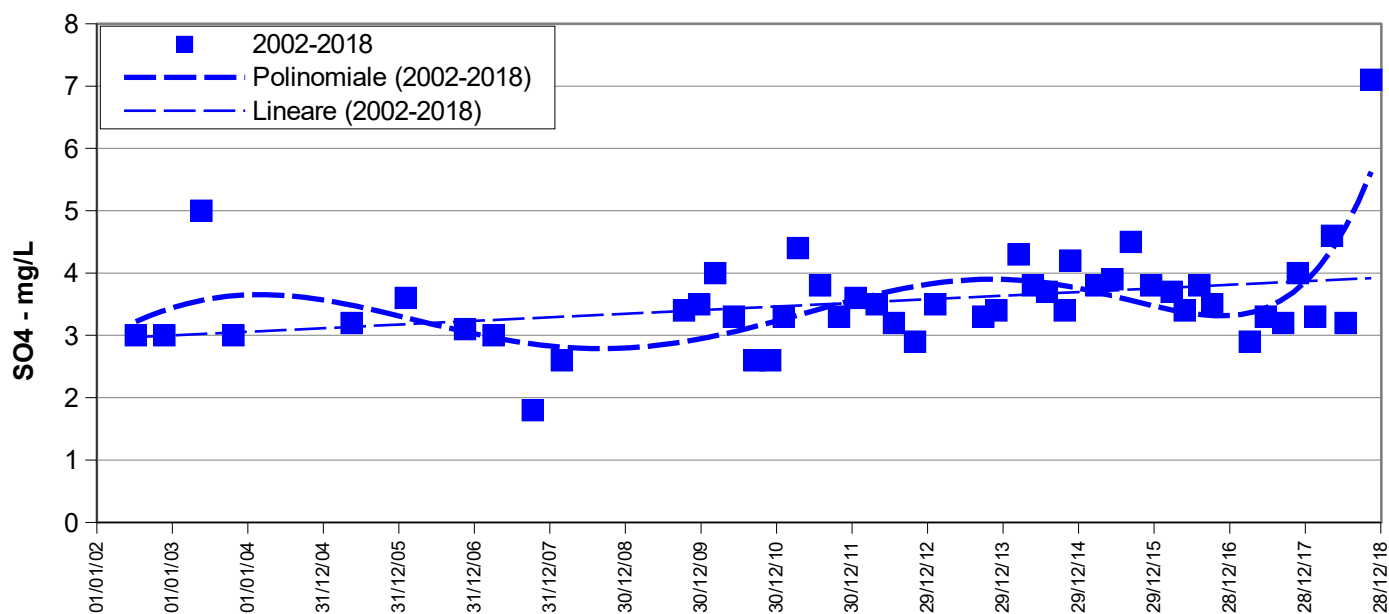


SORGENTE BURLANA – SEGGIANO					
data	pH	data	pH	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	7	4/4/13	7,3	NumObs	49
24/11/02	7	25/9/13	7,03	Minimum	6,5
22/05/03	7	26/11/13	7,1	Maximum	7,7
23/10/03	7	13/03/14	7,1	Mean	7,098
17/05/05	7,3	22/05/14	7,4	Median	7,1
02/02/06	6,8	29/07/14	7	Variance	0,0872
15/11/06	7	22/10/14	6,9	SD	0,295
03/04/07	7,4	19/11/14	7,7	MAD/0.675	0,297
09/10/07	7	25/03/15	7,4	Skewness	0,0736
26/02/08	7,1	10/06/15	6,9	Kurtosis	0,0567
09/10/09	7,7	08/09/15	6,9	CV	0,0416
22/12/09	7,6	14/12/15	7,1	Outlier (Rosner – Dixon)	NO
09/03/10	6,6	22/03/16	7,2	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO
07/06/10	6,8	25/05/16	6,9		
14/09/10	7	04/08/16	7		
29/11/10	6,5	05/10/16	7,1		
03/02/11	6,5	04/04/17	7,7		
13/04/11	7,1	21/06/17	7,2		
28/07/11	7,1	13/09/17	7,5		
28/10/11	6,9	22/11/17	7,1		
16/01/12	7	14/02/18	7,3		
26/04/12	7,1	07/05/18	7,1		
19/07/12	6,65	11/07/18	7,4		
29/10/12	6,5	12/11/18	7,4		
5/2/13	7,4				



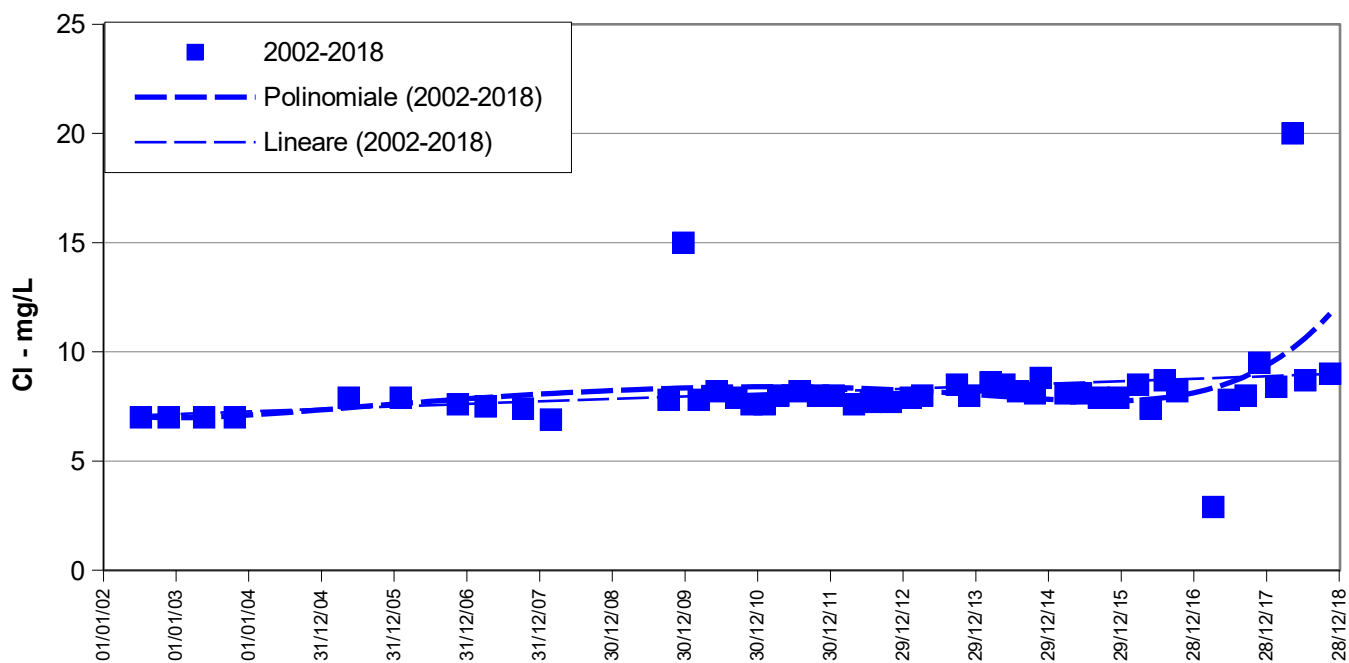
SORGENTE BURLANA – SEGGIANO					
data	SO4 mg/L	data	SO4 mg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	3	05/02/13	3,5	NumObs	48
24/11/02	3	25/09/13	3,3	Minimum	1,8
22/05/03	5	26/11/13	3,4	Maximum	7,1
23/10/03	3	13/03/14	4,3	Mean	3,548
17/05/05	3,2	22/05/14	3,8	Median	3,4
02/02/06	3,6	29/07/14	3,7	Variance	0,602
15/11/06	3,1	22/10/14	3,4	SD	0,776
03/04/07	3	19/11/14	4,2	MAD/0.675	0,593
09/10/07	1,8	25/03/15	3,8	Skewness	2
26/02/08	2,6	10/06/15	3,9	Kurtosis	8,763
09/10/09	3,4	08/09/15	4,5	CV	0,219
22/12/09	3,5	14/12/15	3,8	Outlier (Rosner – Dixon)	NO
09/03/10	4	22/03/16	3,7	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI (NO)
07/06/10	3,3	25/05/16	3,4		
14/09/10	2,6	04/08/16	3,8		
29/11/10	2,6	05/10/16	3,5		
03/02/11	3,3	04/04/17	2,9		
13/04/11	4,4	21/06/17	3,3		
28/07/11	3,8	13/09/17	3,2		
28/10/11	3,3	22/11/17	4		
16/01/12	3,6	14/02/18	3,3		
26/04/12	3,5	07/05/18	4,6		
19/07/12	3,2	11/07/18	3,2		
29/10/12	2,9	12/11/18	7,1		

Burlana



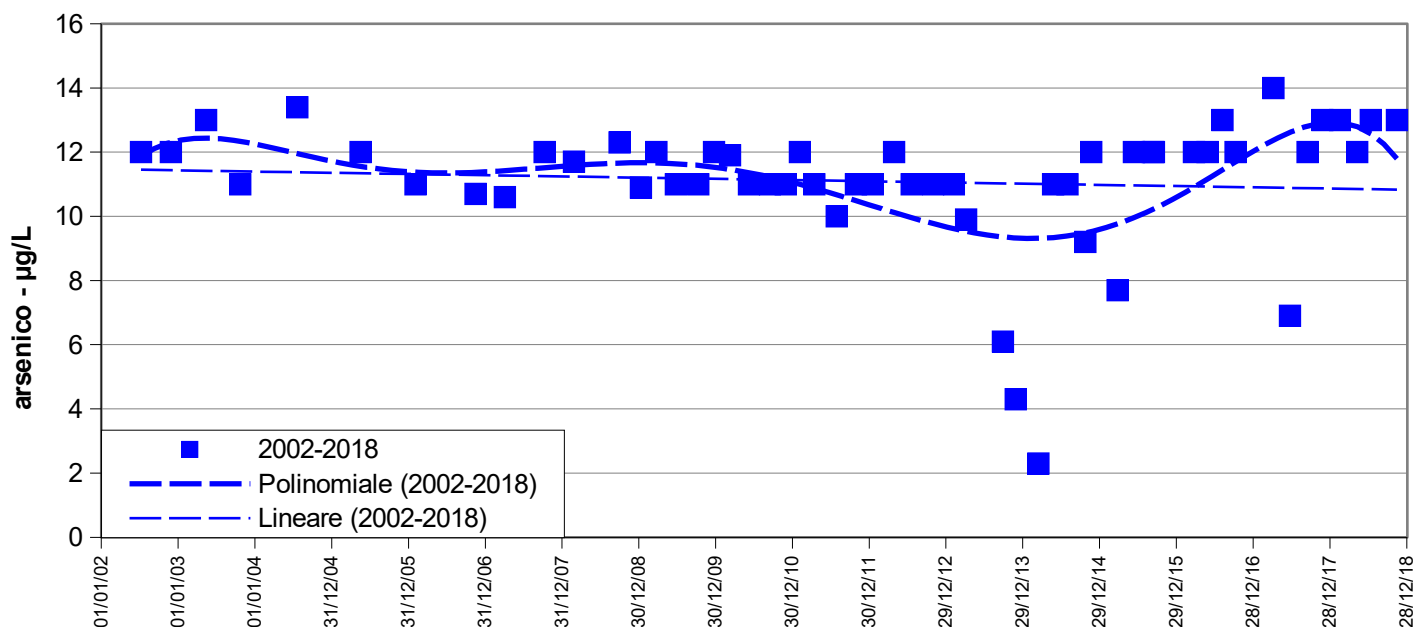
SORGENTE BURLANA – SEGGIANO					
data	Cl mg/L	data	Cl mg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	7	04/04/13	8	NumObs	49
24/11/02	7	25/09/13	8,5	Minimum	2,9
22/05/03	7	26/11/13	8	Maximum	20
23/10/03	7	13/03/14	8,6	Mean	8,245
17/05/05	7,9	22/05/14	8,5	Median	8
02/02/06	7,9	29/07/14	8,2	Variance	4,783
15/11/06	7,6	22/10/14	8,1	SD	2,187
03/04/07	7,5	19/11/14	8,8	MAD/0.675	0,593
09/10/07	7,4	25/03/15	8,1	Skewness	3,673
26/02/08	6,9	10/06/15	8,1	Kurtosis	19,52
09/10/09	7,8	08/09/15	7,9	CV	0,265
22/12/09	15*	14/12/15	7,9	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
09/03/10	7,8	22/03/16	8,5	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI (NO)
07/06/10	8,2	25/05/16	7,4		
14/09/10	7,9	04/08/16	8,7		
29/11/10	7,6	05/10/16	8,2		
03/02/11	7,6	04/04/17	2,9		
13/04/11	8	21/06/17	7,8		
28/07/11	8,2	13/09/17	8		
28/10/11	8	22/11/17	9,5		
16/01/12	8	14/02/18	8,4		
26/04/12	7,6	07/05/18	20		
19/07/12	7,7	11/07/18	8,7		
29/10/12	7,7	12/11/18	9		
05/02/13	7,9				

Burlana



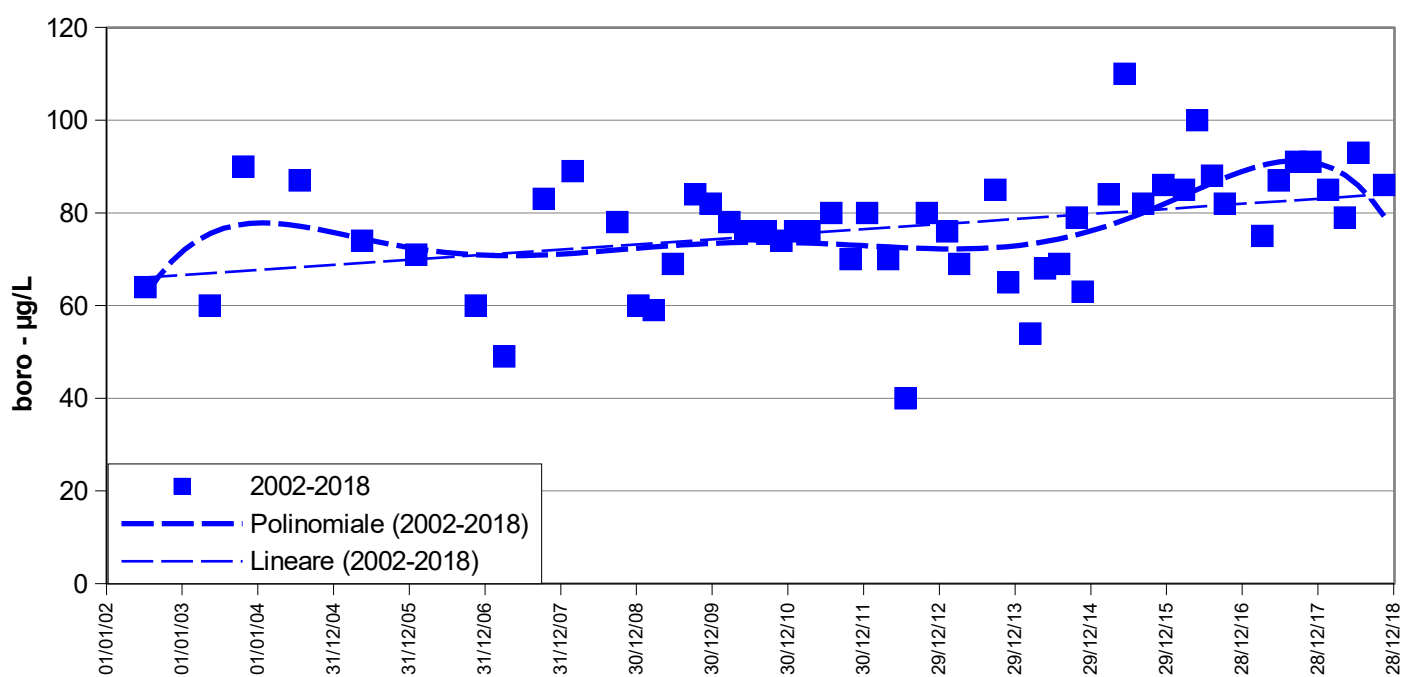
SORGENTE ENTE – ARCIDOSSO					
data	As µg/L	data	As µg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	12	19/07/12	11	NumObs	54
28/11/02	12	29/10/12	11	Minimum	2,3
14/05/03	13	05/02/13	11	Maximum	14
23/10/03	11	04/04/13	9,9	Mean	11,09
20/07/04	13,4	25/09/13	6*	Median	11,8
17/05/05	12	26/11/13	4,3*	Variance	4,473
02/02/06	11	13/03/14	2,3*	SD	2,115
15/11/06	10,7	22/05/14	11	MAD/0.675	1,186
03/04/07	10,6	29/07/14	11	Skewness	-2,387
09/10/07	12	22/10/14	9,2	Kurtosis	6,77
26/02/08	11,7	19/11/14	12	CV	0,191
29/09/08	12,3	25/03/15	7,7*	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
09/01/09	10,9	10/06/15	12	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO
23/03/09	12	08/09/15	12		
24/06/09	11	14/12/15	12		
09/10/09	11	22/03/16	12		
22/12/09	12	25/05/16	12		
09/03/10	11,9	04/08/16	13		
07/06/10	11	05/10/16	12		
14/09/10	11	04/04/17	14		
29/11/10	11	21/06/17	6,9		
03/02/11	12	13/09/17	12		
13/04/11	11	22/11/17	13		
28/07/11	10	14/02/18	13		
28/10/11	11	07/05/18	12		
16/01/12	11	11/07/18	13		
26/04/12	12	12/11/18	13		

Ente

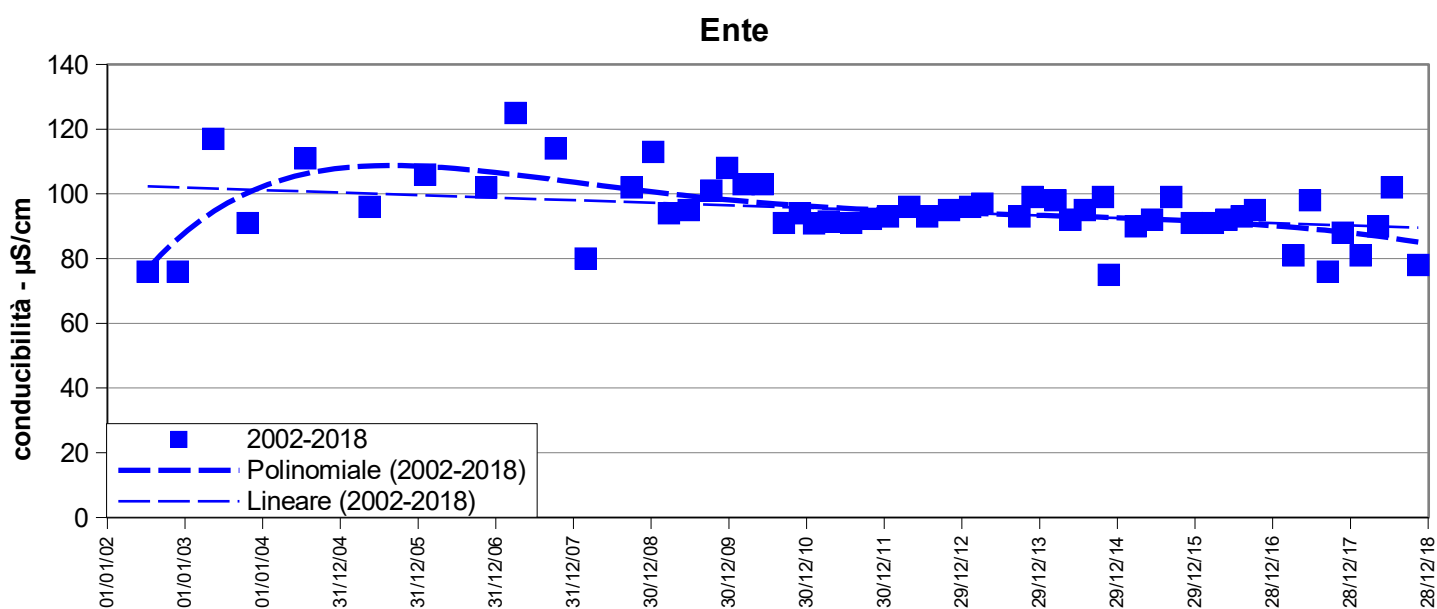


SORGENTE ENTE – ARCIDOSSO					
data	B $\mu\text{g/L}$	data	B $\mu\text{g/L}$	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	64	29/10/12	80	NumObs	53
14/05/03	60	05/02/13	76	Minimum	40
23/10/03	90	04/04/13	69	Maximum	110
20/07/04	87	25/09/13	85	Mean	76,74
17/05/05	74	26/11/13	65	Median	78
02/02/06	71	13/03/14	54	Variance	159,9
16/11/06	60	22/05/14	68	SD	12,64
03/04/07	49	29/07/14	69	MAD/0.675	11,86
10/10/07	83	22/10/14	79	Skewness	-0,389
26/02/08	89	19/11/14	63	Kurtosis	0,973
29/09/08	78	25/03/15	84	CV	0,165
09/01/09	60	10/06/15	110	Outlier (Rosner – Dixon)	NO
23/03/09	59	08/09/15	82	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI
24/06/09	69	14/12/15	86		
09/10/09	84	22/03/16	85		
22/12/09	82	25/05/16	100		
23/03/10	78	04/08/16	88		
07/06/10	76	05/10/16	82		
14/09/10	76	04/04/17	75		
29/11/10	74	21/06/17	87		
03/02/11	76	13/09/17	91		
13/04/11	76	22/11/17	91		
28/07/11	80	14/02/18	85		
28/10/11	70	07/05/18	79		
16/01/12	80	11/07/18	93		
26/04/12	70	12/11/18	86		
19/07/12	40				

Ente

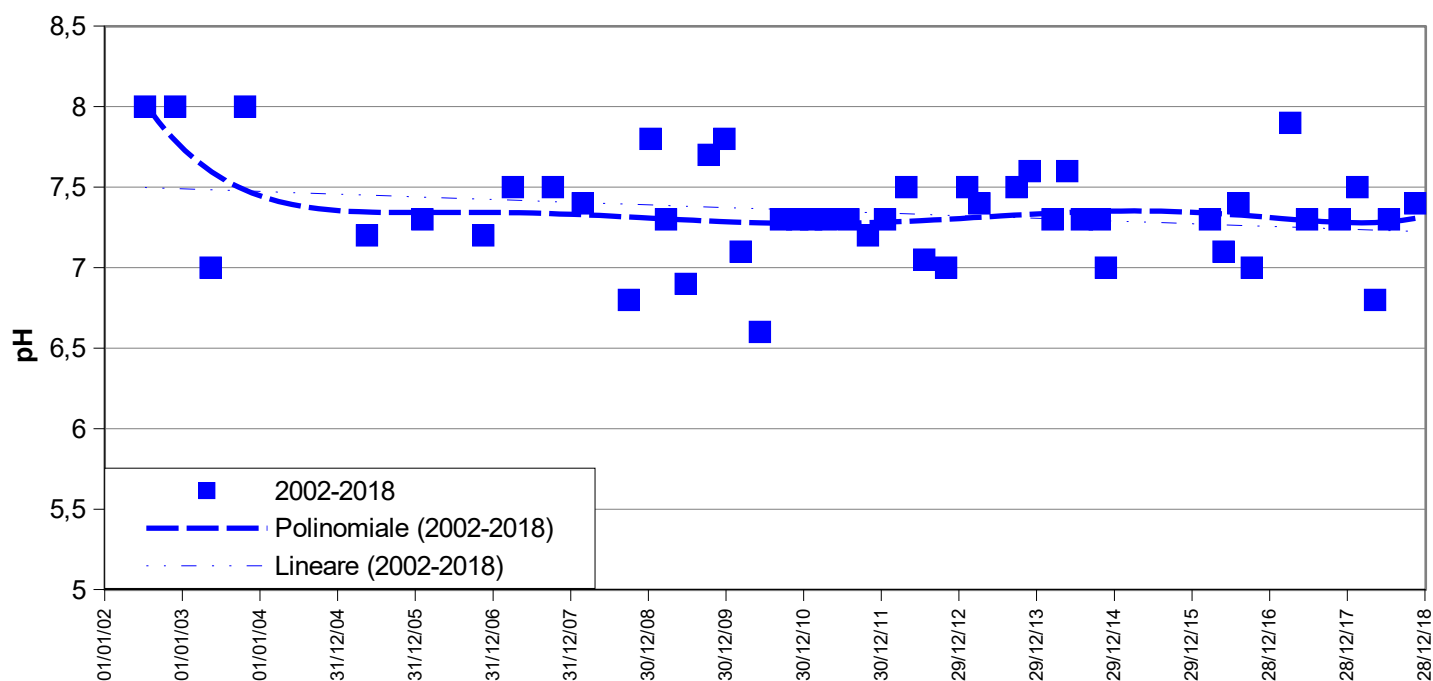


SORGENTE ENTE – ARCIDOSSO					
data	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	data	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	76	19/07/12	93	NumObs	54
28/11/02	76	29/10/12	95	Minimum	75
14/05/03	117	05/02/13	96	Maximum	125
23/10/03	91	04/04/13	97	Mean	94,85
20/07/04	111	25/09/13	93	Median	94
17/05/05	96	26/11/13	99	Variance	106,5
02/02/06	106	13/03/14	98	SD	10,32
16/11/06	102	22/05/14	92	MAD/0.675	5,93
03/04/07	125	29/07/14	95	Skewness	0,349
09/10/07	114	22/10/14	99	Kurtosis	0,889
26/02/08	80	19/11/14	75	CV	0,109
29/09/08	102	25/03/15	90	Outlier (Rosner – Dixon)	NO
09/01/09	113	10/06/15	92	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO
23/03/09	94	08/09/15	99		
24/06/09	95	14/12/15	91		
09/10/09	101	22/03/16	91		
22/12/09	108	25/05/16	92		
09/03/10	103	04/08/16	93		
07/06/10	103	05/10/16	95		
14/09/10	91	04/04/17	81		
29/11/10	94	21/06/17	98		
03/02/11	90,9	13/09/17	76		
13/04/11	91,5	22/11/17	88		
28/07/11	91	14/02/18	81		
28/10/11	92,3	07/05/18	90		
16/01/12	93	11/07/18	102		
26/04/12	96	12/11/18	78		

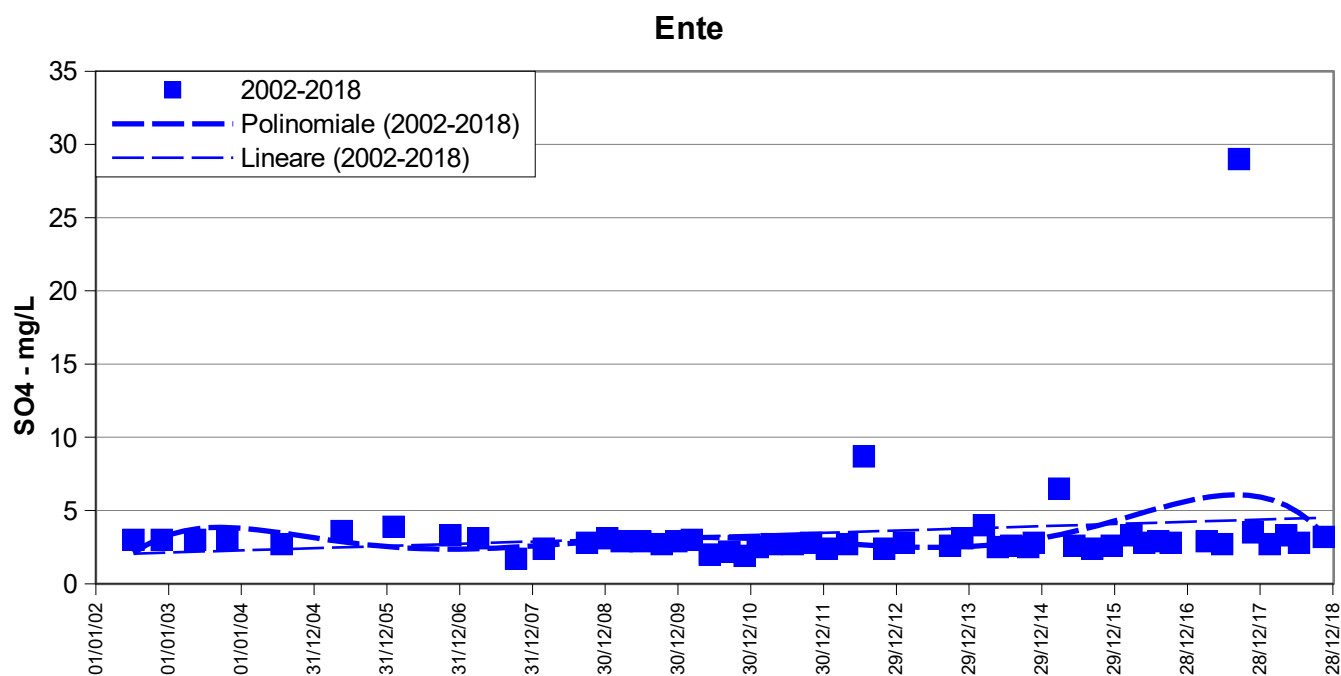


SORGENTE ENTE – ARCIDOSSO					
data	pH	data	pH	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	8	29/10/12	7	NumObs	48
28/11/02	8	05/02/13	7,5	Minimum	6,6
14/05/03	7	04/04/13	7,4	Maximum	8
23/10/03	8	25/09/13	7,5	Mean	7,343
17/05/05	7,2	26/11/13	7,6	Median	7,3
02/02/06	7,3	13/03/14	7,3	Variance	0,0967
15/11/06	7,2	22/05/14	7,6	SD	0,311
03/04/07	7,5	29/07/14	7,3	MAD/0.675	0,297
09/10/07	7,5	22/10/14	7,3	Skewness	0,206
26/02/08	7,4	19/11/14	7	Kurtosis	0,313
29/09/08	6,8	25/03/15	7,5	CV	0,0424
09/01/09	7,8	10/06/15	7,2	Outlier (Rosner – Dixon)	NO
23/03/09	7,3	08/09/15	7,2	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI
24/06/09	6,9	14/12/15	7,2		
09/10/09	7,7	22/03/16	7,3		
22/12/09	7,8	25/05/16	7,1		
09/03/10	7,1	04/08/16	7,4		
07/06/10	6,6	05/10/16	7		
14/09/10	7,3	04/04/17	7,9		
29/11/10	7,3	21/06/17	7,3		
03/02/11	7,3	13/09/17	7,7*		
13/04/11	7,3	22/11/17	7,3		
28/07/11	7,3	14/02/18	7,5		
28/10/11	7,2	07/05/18	6,8		
16/01/12	7,3	11/07/18	7,3		
26/04/12	7,5	12/11/18	7,4		
19/07/12	7,05				

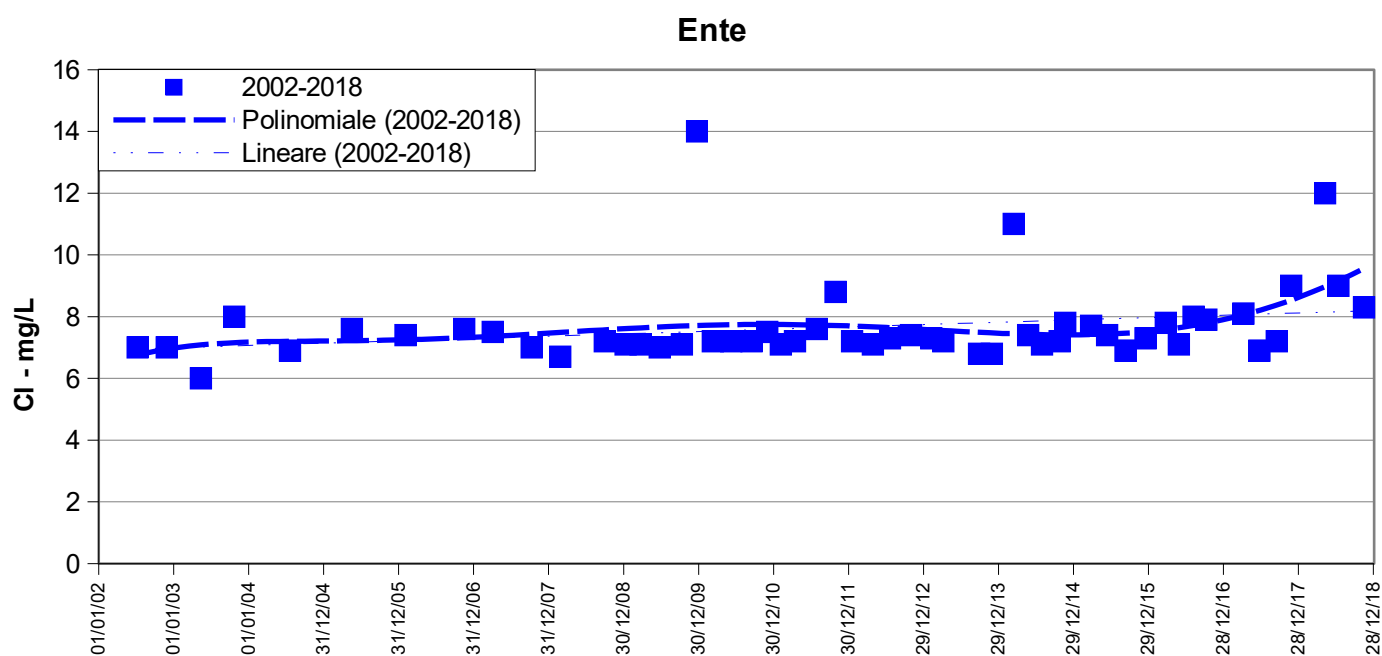
Ente



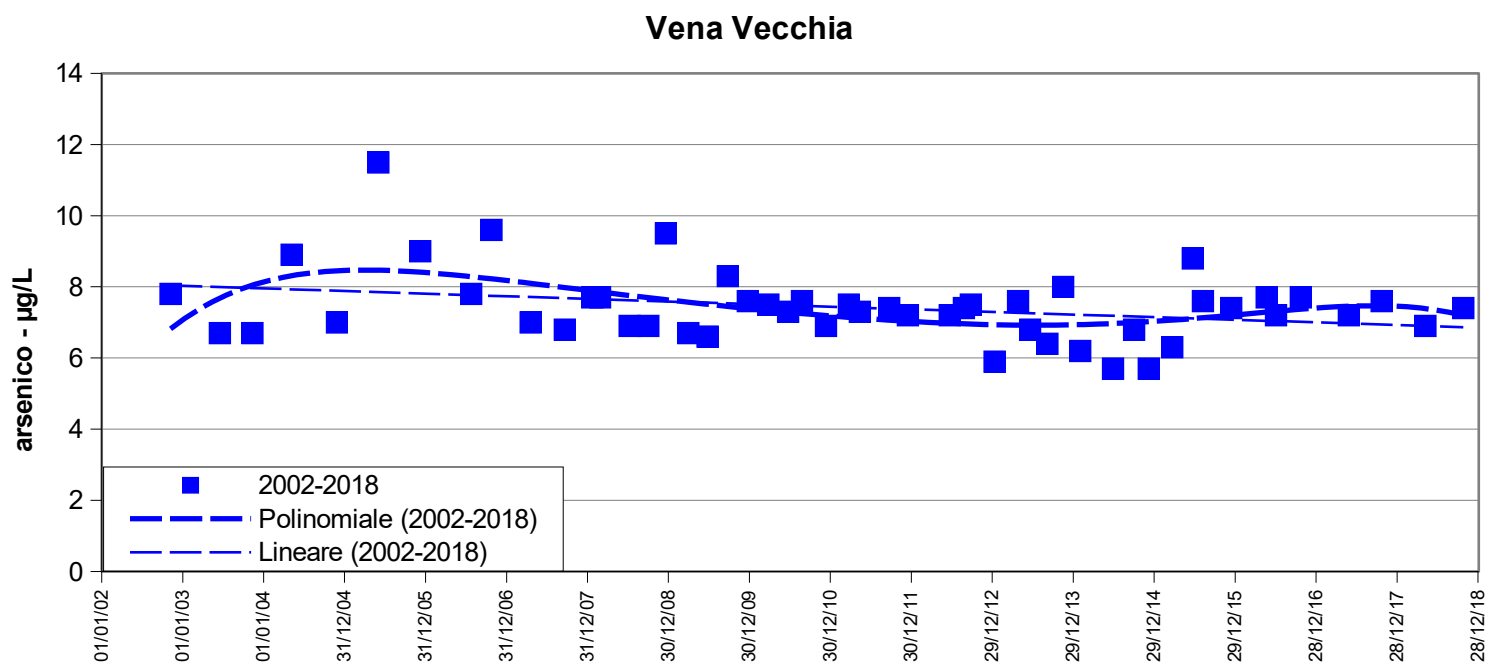
SORGENTE ENTE – ARCIDOSSO					
data	SO4 mg/L	data	SO4 mg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	3	19/07/12	8,7*	NumObs	53
28/11/02	3	29/10/12	2,4	Minimum	1,7
14/05/03	3	05/02/13	2,8	Maximum	29
23/10/03	3	25/09/13	2,6	Mean	3,489
20/07/04	2,7	26/11/13	3,1	Median	2,8
17/05/05	3,6	13/03/14	4	Variance	13,83
02/02/06	3,9	22/05/14	2,5	SD	3,719
15/11/06	3,3	29/07/14	2,6	MAD/0.675	0,297
03/04/07	3,1	22/10/14	2,5	Skewness	6,504
09/10/07	1,7	19/11/14	2,8	Kurtosis	44,71
26/02/08	2,4	25/03/15	6,5*	CV	1,066
29/09/08	2,8	10/06/15	2,6	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
09/01/09	3,1	08/09/15	2,4	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI (NO)
23/03/09	2,9	14/12/15	2,6		
24/06/09	2,9	22/03/16	3,3		
09/10/09	2,7	25/05/16	2,8		
22/12/09	2,9	04/08/16	2,9		
09/03/10	3	05/10/16	2,8		
07/06/10	2	04/04/17	2,9		
14/09/10	2,2	21/06/17	2,7		
29/11/10	1,9	13/09/17	29		
03/02/11	2,5	22/11/17	3,5		
13/04/11	2,7	14/02/18	2,7		
28/07/11	2,7	07/05/18	3,3		
28/10/11	2,8	11/07/18	2,8		
16/01/12	2,4	12/11/18	3,2		
26/04/12	2,7				



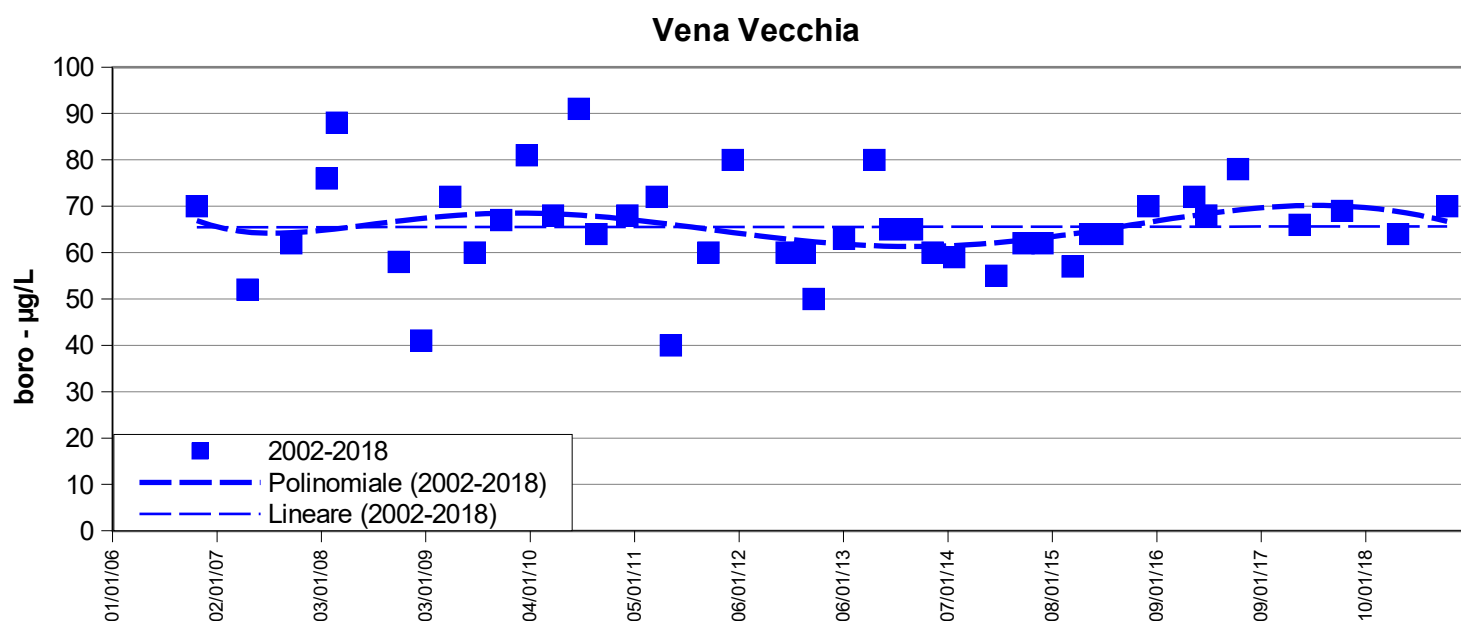
SORGENTE ENTE – ARCIDOSO					
data	Cl mg/L	data	Cl mg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	7	19/07/12	7,3	NumObs	53
28/11/02	7	29/10/12	7,4	Minimum	6
14/05/03	6*	05/02/13	7,3	Maximum	14
23/10/03	8	04/04/13	7,2	Mean	7,664
20/07/04	6,9	25/09/13	6,8	Median	7,2
17/05/05	7,6	26/11/13	6,8	Variance	1,72
02/02/06	7,4	13/03/14	11*	SD	1,312
15/11/06	7,6	22/05/14	7,4	MAD/0.675	0,297
03/04/07	7,5	29/07/14	7,1	Skewness	3,259
09/10/07	7	22/10/14	7,2	Kurtosis	12,2
26/02/08	6,7	19/11/14	7,8	CV	0,171
29/09/08	7,2	25/03/15	7,7	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
09/01/09	7,1	10/06/15	7,4	Normalità (Shapiro-Wiilk)	NO
23/03/09	7,1	08/09/15	6,9		
24/06/09	7	14/12/15	7,3		
09/10/09	7,1	22/03/16	7,8		
22/12/09	14*	25/05/16	7,1		
09/03/10	7,2	04/08/16	8		
07/06/10	7,2	05/10/16	7,9		
14/09/10	7,2	04/04/17	8,1		
29/11/10	7,5	21/06/17	6,9		
03/02/11	7,1	13/09/17	7,2		
13/04/11	7,2	22/11/17	9		
28/07/11	7,6	14/02/18	7,7*		
28/10/11	8,8*	07/05/18	12		
16/01/12	7,2	11/07/18	9		
26/04/12	7,1	12/11/18	8,3		



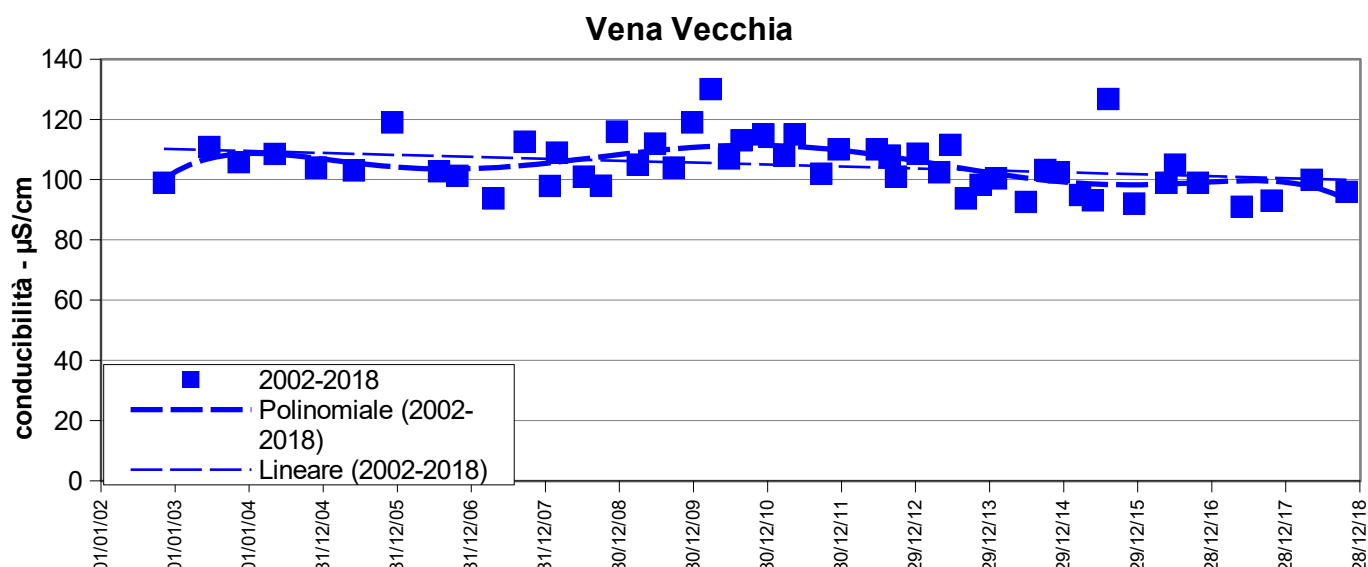
SORGENTE VENA VECCHIA - PIANCASTAGNAIO					
data	As µg/L	data	As µg/L	Statistica descrittiva	2002-2016
07/11/02	7,8	21/09/11	7,4	NumObs	47
18/06/03	6,7	15/12/11	7,2	Minimum	5,7
11/11/03	6,7	23/09/12	7,5	Maximum	11,5
06/05/04	8,9	21/06/12	7,2	Mean	7,43
26/11/04	7	23/08/12	7,4	Median	7,3
01/06/05	11,5*	08/01/13	5,9	Variance	1,12
07/12/05	9	24/04/13	7,6	SD	1,058
25/07/06	7,8	18/06/13	6,8	MAD/0.675	0,741
24/10/06	9,6	03/09/13	6,4	Skewness	1,451
19/04/07	7	14/11/13	8	Kurtosis	3,912
20/09/07	6,8	29/01/14	6,2	CV	0,142
22/01/08	7,7	26/06/14	5,7	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
26/02/08	7,7	29/09/14	6,8	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO (SI)
08/07/08	6,9	04/12/14	5,7		
30/09/08	6,9	20/03/15	6,3		
18/12/08	9,5	21/06/15	8,8		
30/03/09	6,7	06/08/15	7,6		
24/06/09	6,6	11/12/15	7,4		
24/09/09	8,3	19/05/16	7,7		
23/12/09	7,6	30/06/16	7,2		
25/03/10	7,5	20/10/16	7,7		
23/06/10	7,3	24/05/17	7,2		
24/08/10	7,6	19/10/17	7,6		
10/12/10	6,9	04/05/18	6,9		
23/03/11	7,5	23/10/18	7,4		
12/05/11	7,3				



SORGENTE VENA VECCHIA - PIANCASTAGNAIO					
data	B $\mu\text{g/L}$	data	B $\mu\text{g/L}$	Statistica descrittiva	2006-2016
24/10/06	70	23/08/12	60	NumObs	38
19/04/07	52	08/01/13	63	Minimum	40
20/09/07	62	24/04/13	80	Maximum	91
22/01/08	76	18/06/13	65	Mean	65,37
26/02/08	88	03/09/13	65	Median	64
30/09/08	58	14/11/13	60	Variance	119,6
18/12/08	41	29/01/14	59	SD	10,94
30/03/09	72	26/06/14	55	MAD/0.675	8,154
24/06/09	60	29/09/14	62	Skewness	0,0606
24/09/09	67	04/12/14	62	Kurtosis	0,672
23/12/09	81	20/03/15	57	CV	0,167
25/03/10	68	21/05/15	64	Outlier (Rosner)	NO
23/06/10	91	06/08/15	64	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI
24/08/10	64	11/12/15	70		
10/12/10	68	19/05/16	72		
23/03/11	72	30/06/16	68		
12/05/11	40	20/10/16	78		
21/09/11	60	24/05/17	66		
15/12/11	80	19/10/17	69		
23/09/12	< 100	04/05/18	64		
21/06/12	60	23/10/18	70		

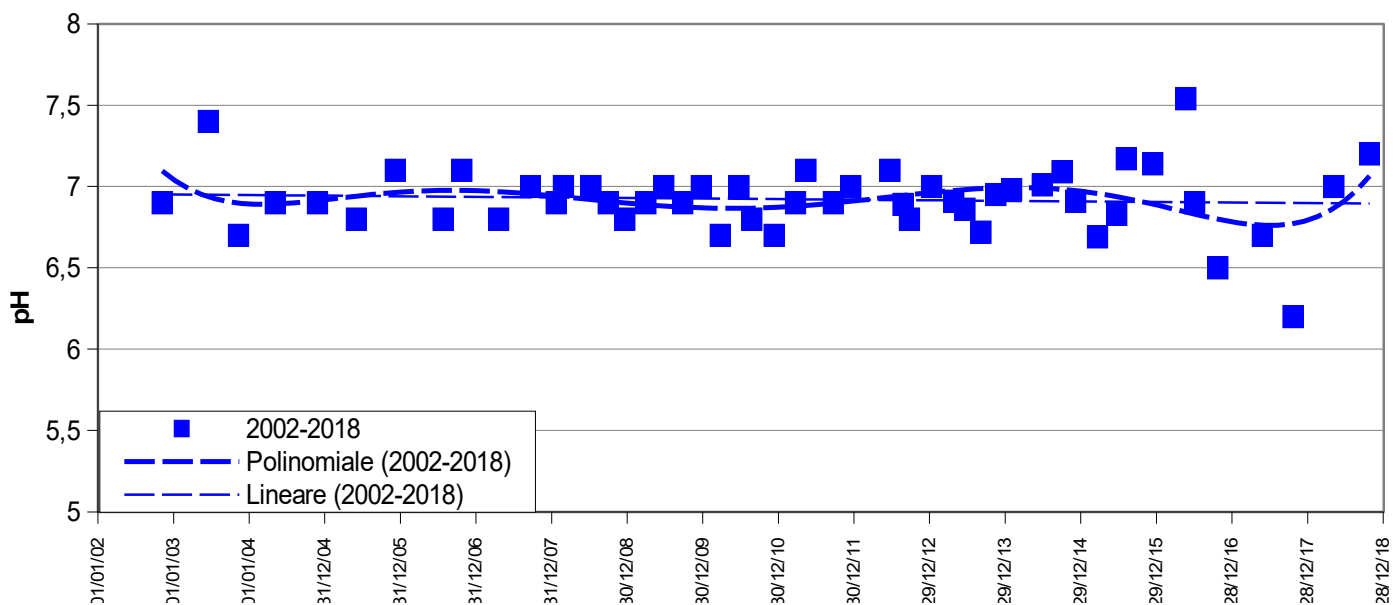


SORGENTE VENA VECCHIA - PIANCASTAGNAIO					
data	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	data	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	Statistica descrittiva	2002-2016
07/11/02	99	21/09/11	102	NumObs	47
18/06/03	110,8	15/12/11	110	Minimum	92,1
11/11/03	105,8	23/09/12	101	Maximum	130
06/05/04	108,5	21/06/12	110	Mean	105,6
26/11/04	104	23/08/12	108	Median	104
01/06/05	103	08/01/13	108,6	Variance	72,29
07/12/05	119	24/04/13	102,4	SD	8,503
25/07/06	102,8	18/06/13	111,5	MAD/0.675	7,413
24/10/06	101,3	03/09/13	93,8	Skewness	0,707
19/04/07	93,8	14/11/13	98,3	Kurtosis	0,642
20/09/07	112,6	29/01/14	100,4	CV	0,0805
22/01/08	97,9	26/06/14	92,6	Outlier (Rosner – Dixon)	NO
26/02/08	109	29/09/14	103,2	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI
08/07/08	101	04/12/14	102,4		
30/09/08	98	20/03/15	94,9		
18/12/08	116	21/05/15	93,1		
30/03/09	105	06/08/15	126,8		
24/06/09	112	11/12/15	92,1		
24/09/09	104	19/05/16	99		
23/12/09	119	30/06/16	105		
25/03/10	130	20/10/16	99		
23/06/10	107	24/05/17	91		
24/08/10	113	19/10/17	93		
10/12/10	115	04/05/18	100		
23/03/11	108	23/10/18	96		
12/05/11	115				

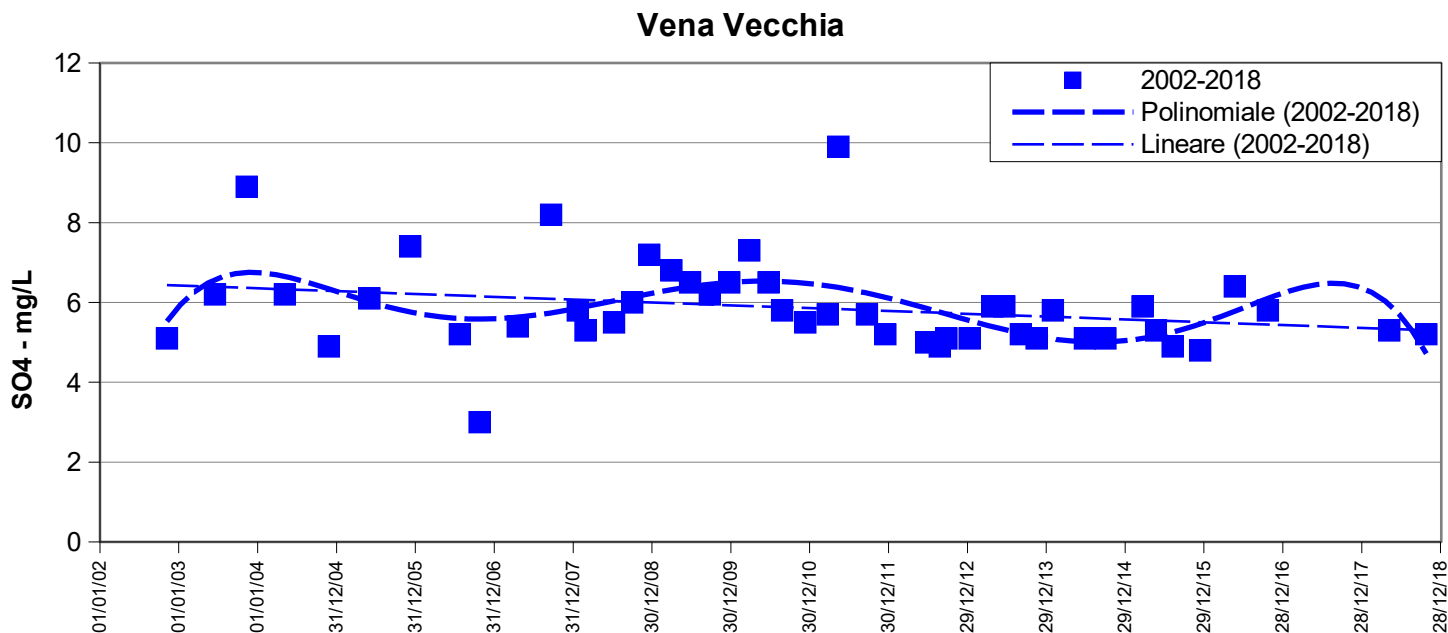


SORGENTE VENA VECCHIA - PIANCASTAGNAIO					
data	pH	data	pH	Statistica descrittiva	2002-2016
07/11/02	6,9	21/09/11	6,9	NumObs	47
18/06/03	7,4*	15/12/11	7	Minimum	6,5
11/11/03	6,7	23/09/12	6,8	Maximum	7,54
06/05/04	6,9	21/06/12	7,1	Mean	6,934
26/11/04	6,9	23/08/12	6,89	Median	6,9
01/06/05	6,8	08/01/13	7	Variance	0,0317
07/12/05	7,1	24/04/13	6,91	SD	0,178
25/07/06	6,8	18/06/13	6,86	MAD/0.675	0,148
24/10/06	7,1	03/09/13	6,72	Skewness	0,847
19/04/07	6,8	14/11/13	6,95	Kurtosis	2,798
20/09/07	7	29/01/14	6,98	CV	0,0257
22/01/08	6,9	26/06/14	7,01	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
26/02/08	7	29/09/14	7,09	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO (SI)
08/07/08	7	04/12/14	6,91		
30/09/08	6,9	20/03/15	6,69		
18/12/08	6,8	21/06/15	6,83		
30/03/09	6,9	06/08/15	7,17		
24/06/09	7	11/12/15	7,14		
24/09/09	6,9	19/05/16	7,54		
23/12/09	7	30/06/16	6,9		
25/03/10	6,7	20/10/16	6,5		
23/06/10	7	24/05/17	6,7		
24/08/10	6,8	19/10/17	6,2		
10/12/10	6,7	04/05/18	7		
23/03/11	6,9	23/10/18	7,2		
12/05/11	7,1				

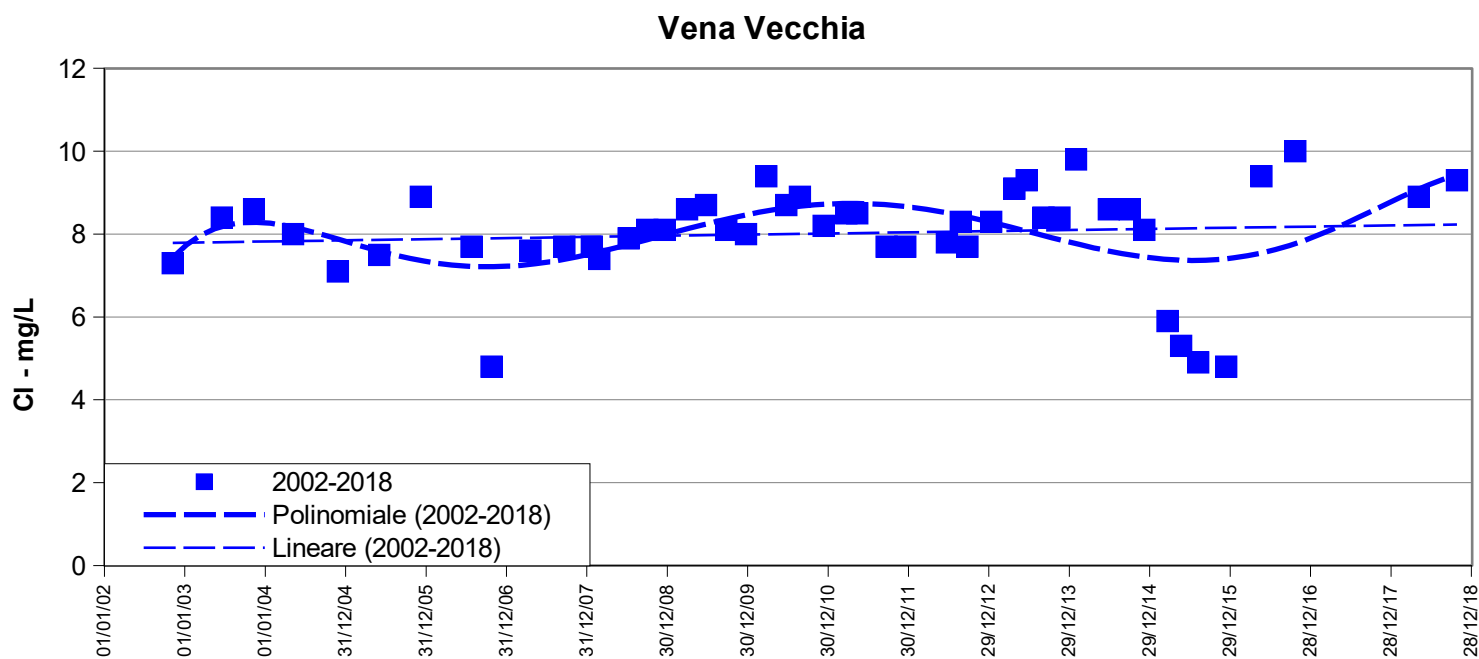
Vena Vecchia



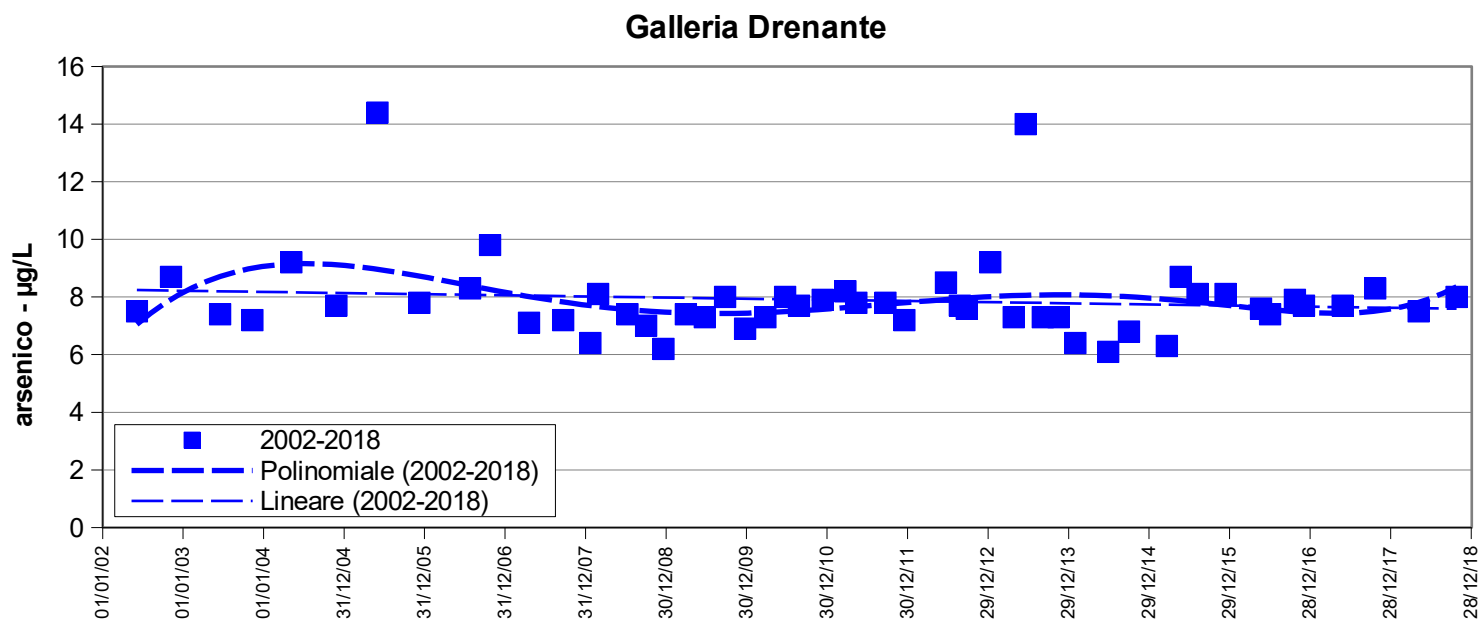
SORGENTE VENA VECCHIA - PIANCASTAGNAIO					
data	SO4 mg/L	data	SO4 mg/L	Statistica descrittiva	2002-2016
07/11/02	5,1	21/09/11	5,7	NumObs	45
18/06/03	6,2	15/12/11	5,2	Minimum	3
11/11/03	8,9*	23/09/12	5,1	Maximum	9,9
06/05/04	6,2	21/06/12	5	Mean	5,896
26/11/04	4,9	23/08/12	4,9	Median	5,8
01/06/05	6,1	08/01/13	5,1	Variance	1,336
07/12/05	7,4	24/04/13	5,9	SD	1,156
25/07/06	5,2	18/06/13	5,9	MAD/0.675	0,89
24/10/06	3*	03/09/13	5,2	Skewness	1,226
19/04/07	5,4	14/11/13	5,1	Kurtosis	3,475
20/09/07	8,2*	29/01/14	5,8	CV	0,196
22/01/08	5,8	26/06/14	5,1	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
26/02/08	5,3	29/09/14	5,1	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO
08/07/08	5,5	04/12/14	-		
30/09/08	6	20/03/15	5,9		
18/12/08	7,2	21/05/15	5,3		
30/03/09	6,8	06/08/15	4,9		
24/06/09	6,5	11/12/15	4,8		
24/09/09	6,2	19/05/16	6,4		
23/12/09	6,5	30/06/16	-		
25/03/10	7,3	20/10/16	5,8		
23/06/10	6,5	24/05/17	-		
24/08/10	5,8	19/10/17	-		
10/12/10	5,5	04/05/18	5,3		
23/03/11	5,7	23/10/18	5,2		
12/05/11	9,9*				



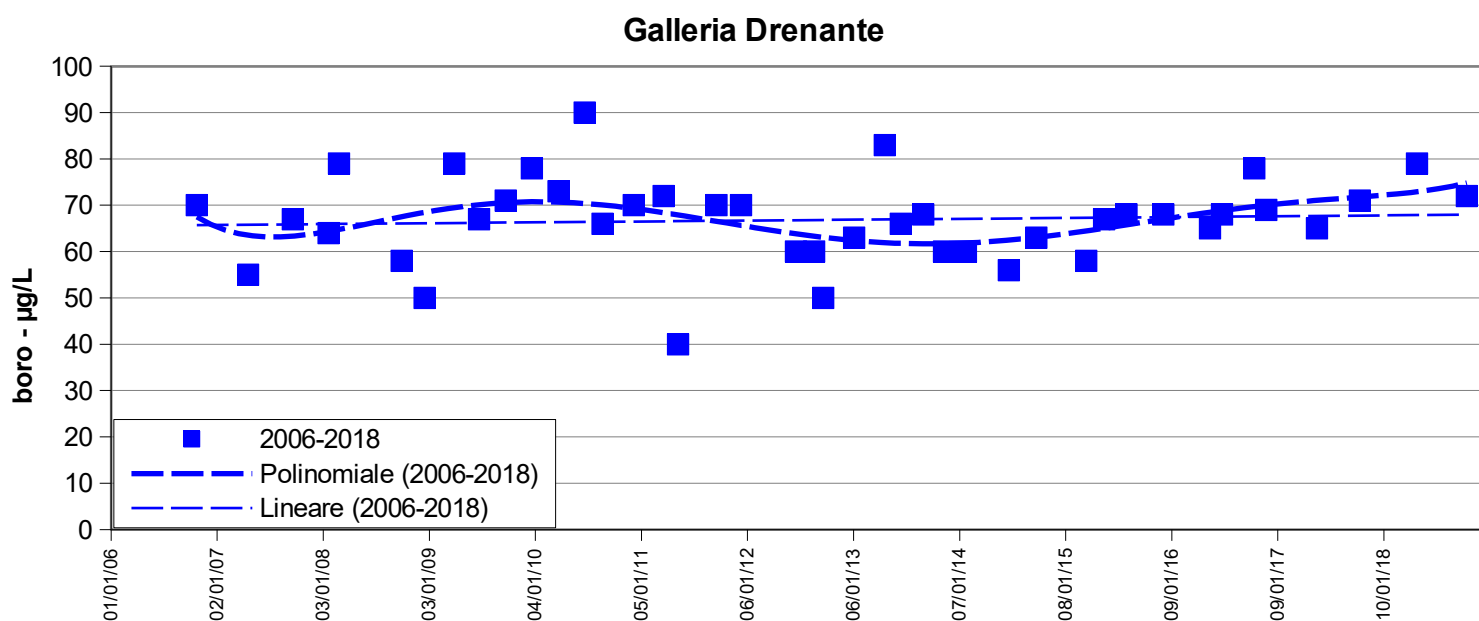
SORGENTE VENA VECCHIA - PIANCASTAGNAIO					
data	Cl mg/L	data	Cl mg/L	Statistica descrittiva	2002-2016
07/11/02	7,3	21/09/11	7,7	NumObs	46
18/06/03	8,4	15/12/11	7,7	Minimum	4,8
11/11/03	8,6	23/09/12	7,7	Maximum	10
06/05/04	8	21/06/12	7,8	Mean	7,967
26/11/04	7,1	23/08/12	8,3	Median	8,1
01/06/05	7,5	08/01/13	8,3	Variance	1,416
07/12/05	8,9	24/04/13	9,1	SD	1,19
25/07/06	7,7	18/06/13	9,3	MAD/0.675	0,741
24/10/06	4,8	03/09/13	8,4	Skewness	-1,286
19/04/07	7,6	14/11/13	8,4	Kurtosis	1,906
20/09/07	7,7	29/01/14	9,8	CV	0,149
22/01/08	7,7	26/06/14	8,6	Outlier (Rosner – Dixon)	NO
26/02/08	7,4	29/09/14	8,6	Normalità (Shapiro-WIilk)	NO
08/07/08	7,9	04/12/14	8,1		
30/09/08	8,1	20/03/15	5,9		
18/12/08	8,1	21/05/15	5,3		
30/03/09	8,6	06/08/15	4,9		
24/06/09	8,7	11/12/15	4,8		
24/09/09	8,1	19/05/16	9,4		
23/12/09	8	30/06/16	-		
25/03/10	9,4	20/10/16	10		
23/06/10	8,7	24/05/17	-		
24/08/10	8,9	19/10/17	-		
10/12/10	8,2	04/05/18	8,9		
23/03/11	8,5	23/10/18	9,3		
12/05/11	8,5				



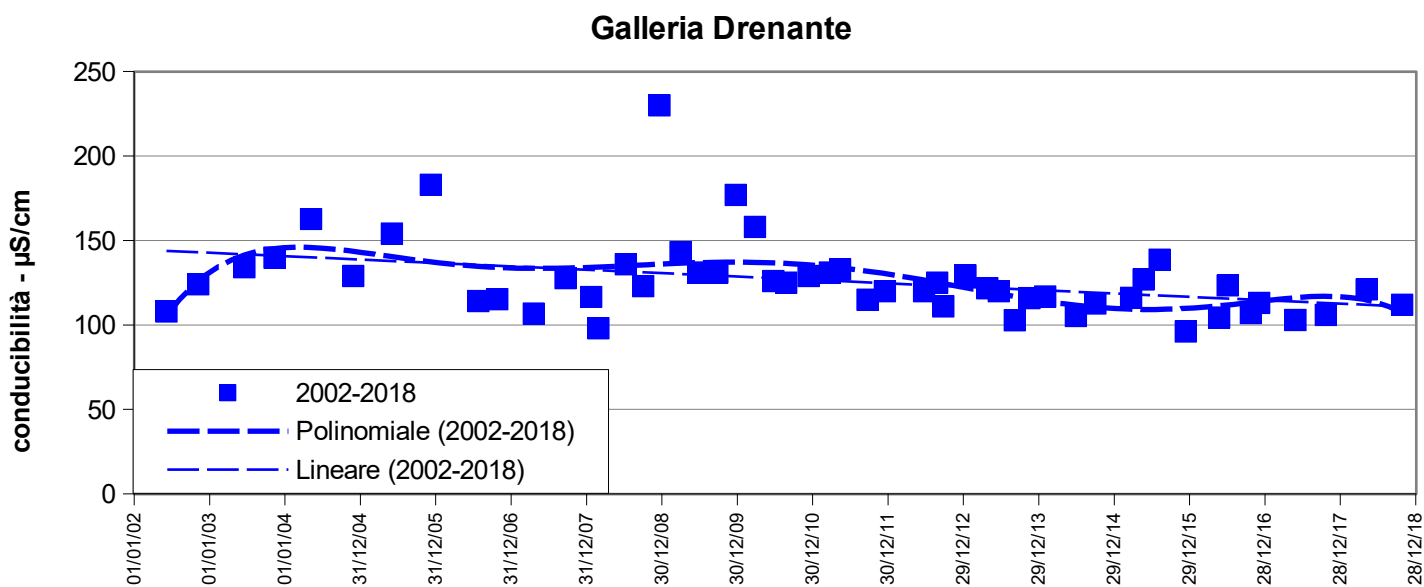
SORGENTE GALLERIA DRENANTE - PIANCASTAGNAIO					
data	As µg/L	data	As µg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
06/06/02	7,5	21/09/11	7,8	NumObs	52
07/11/02	8,7	15/12/11	7,2	Minimum	6,1
18/06/03	7,4	23/09/12	7,6	Maximum	14,4
11/11/03	7,2	21/06/12	8,5	Mean	7,912
06/05/04	9,2	23/08/12	7,7	Median	7,7
26/11/04	7,7	08/01/13	9,2	Variance	2,187
01/06/05	14,4*	24/04/13	7,3	SD	1,479
07/12/05	7,8	18/06/13	14*	MAD/0.675	0,593
25/07/06	8,3	03/09/13	7,3	Skewness	3,046
24/10/06	9,8	14/11/13	7,3	Kurtosis	11,61
19/04/07	7,1	29/01/14	6,4	CV	0,187
20/09/07	7,2	26/06/14	6,1	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
22/01/08	6,4	29/09/14	6,8	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI (NO)
26/02/08	8,1	04/12/14	-		
08/07/08	7,4	20/03/15	6,3		
30/09/08	7	21/05/15	8,7		
18/12/08	6,2	06/08/15	8,1		
30/03/09	7,4	11/12/15	8,1		
24/06/09	7,3	20/05/16	7,6		
24/09/09	8	30/06/16	7,4		
23/12/09	6,9	20/10/16	7,9		
25/03/10	7,3	30/11/16	7,7		
23/06/10	8	24/05/17	7,7		
24/08/10	7,7	19/10/17	8,3		
10/12/10	7,9	04/05/18	7,5		
23/03/11	8,2	23/10/18	8		
12/05/11	7,8				



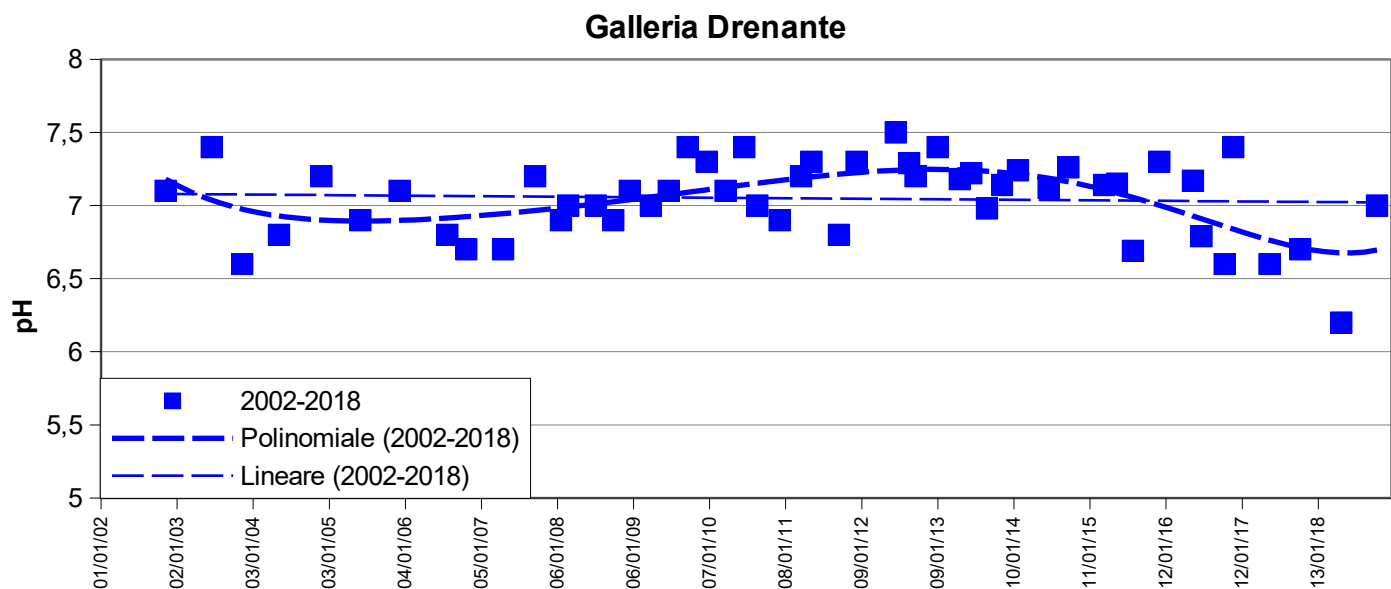
SORGENTE GALLERIA DRENANTE - PIANCASTAGNAIO					
data	B $\mu\text{g/L}$	data	B $\mu\text{g/L}$	Statistica descrittiva	2006-2018
24/10/06	70	08/01/13	63	NumObs	42
19/04/07	55	24/04/13	83	Minimum	40
20/09/07	67	18/06/13	66	Maximum	90
22/01/08	64	03/09/13	68	Mean	66,81
26/02/08	79	14/11/13	60	Median	67,5
30/09/08	58	29/01/14	60	Variance	87,82
18/12/08	50	26/06/14	56	SD	9,371
30/03/09	79	29/09/14	63	MAD/0.675	6,672
24/06/09	67	04/12/14	-	Skewness	-0,27
24/09/09	71	20/03/15	58	Kurtosis	1,125
23/12/09	78	21/05/15	67	CV	0,14
25/03/10	73	06/08/15	68	Outlier (Rosner – Dixon)	NO
23/06/10	90	11/12/15	68	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI
24/08/10	66	20/05/16	65		
10/12/10	70	30/06/16	68		
23/03/11	72	20/10/16	78		
12/05/11	40	30/11/16	69		
21/09/11	70	24/05/17	65		
15/12/11	70	19/10/17	71		
23/09/12	< 100	04/05/18	79		
21/06/12	60	23/10/18	72		
23/08/12	60				



SORGENTE GALLERIA DRENANTE - PIANCASTAGNAIO					
data	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	data	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	Statistica descrittiva	2002-2018
06/06/02	108	21/09/11	115	NumObs	52
07/11/02	124	15/12/11	120	Minimum	96,1
18/06/03	134,2	23/09/12	111	Maximum	230
11/11/03	139,9	21/06/12	120	Mean	126,3
06/05/04	162,7	23/08/12	125	Median	122,4
26/11/04	129	08/01/13	129,3	Variance	540,5
01/06/05	154	24/04/13	121,8	SD	23,25
07/12/05	183*	18/06/13	120	MAD/0.675	13,34
25/07/06	114,1	03/09/13	102,8	Skewness	2,258
24/10/06	115,3	14/11/13	115,9	Kurtosis	7,327
19/04/07	106,7	29/01/14	116,9	CV	0,184
20/09/07	127,7	26/06/14	105,3	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
22/01/08	116,6	29/09/14	112,8	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI (NO)
26/02/08	98	04/12/14	-		
08/07/08	136	20/03/15	116		
30/09/08	123	21/05/15	126,9		
18/12/08	230*	06/08/15	138,6		
30/03/09	143	11/12/15	96,1		
24/06/09	131	20/05/16	104,4		
24/09/09	131	30/06/16	123,4		
23/12/09	177*	20/10/16	107		
25/03/10	158	30/11/16	113		
23/06/10	126	24/05/17	103		
24/08/10	125	19/10/17	106		
10/12/10	129	04/05/18	121		
23/03/11	131	23/10/18	112		
12/05/11	133				

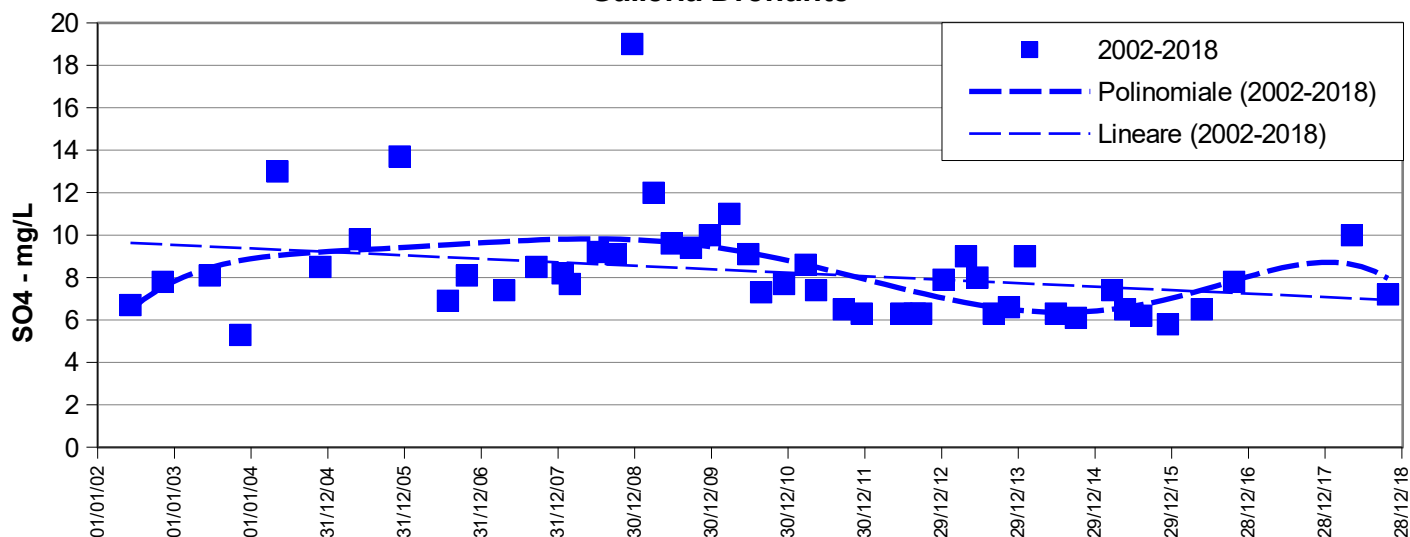


SORGENTE GALLERIA DRENANTE - PIANCASTAGNAIO					
data	pH	data	pH	Statistica descrittiva	2002-2018
07/11/02	7,1	21/09/11	6,8	NumObs	51
18/06/03	7,4	15/12/11	7,3	Minimum	6,2
11/11/03	6,6	23/09/12	7,2	Maximum	7,5
06/05/04	6,8	21/06/12	7,5	Mean	7,048
26/11/04	7,2	23/08/12	7,29	Median	7,1
01/06/05	6,9	08/01/13	7,4	Variance	0,0717
07/12/05	7,1	24/04/13	7,18	SD	0,268
25/07/06	6,8	19/06/13	7,22	MAD/0.675	0,297
24/10/06	6,7	03/09/13	6,98	Skewness	-0,76
19/04/07	6,7	14/11/13	7,14	Kurtosis	0,593
20/09/07	7,2	29/01/14	7,24	CV	0,038
22/01/08	6,9	26/06/14	7,12	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
26/02/08	7	29/09/14	7,26	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO
08/07/08	7	04/12/14	-		
30/09/08	6,9	20/03/15	7,14		
18/12/08	7,1	21/05/15	7,15		
30/03/09	7	06/08/15	6,69		
24/06/09	7,1	11/12/15	7,3		
24/09/09	7,4	20/05/16	7,17		
23/12/09	7,3	30/06/16	6,79		
25/03/10	7,1	20/10/16	6,6		
23/06/10	7,4	30/11/16	7,4		
24/08/10	7	24/05/17	6,6		
10/12/10	6,9	19/10/17	6,7		
23/03/11	7,2	04/05/18	6,2		
12/05/11	7,3	23/10/18	7		



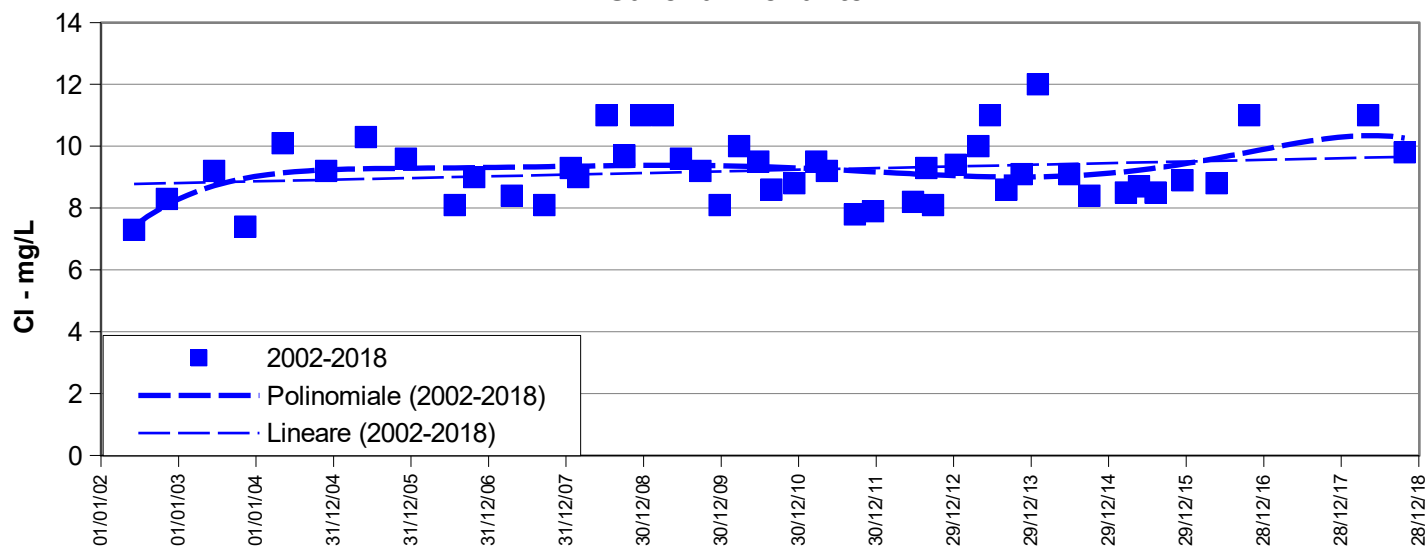
SORGENTE GALLERIA DRENANTE - PIANCASTAGNAIO					
data	SO4 mg/L	data	SO4 mg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
06/06/02	6,7	21/09/11	6,5	NumObs	48
07/11/02	7,8	15/12/11	6,3	Minimum	5,3
18/06/03	8,1	23/09/12	6,3	Maximum	19
11/11/03	5,3	21/06/12	6,3	Mean	8,279
06/05/04	13*	23/08/12	6,3	Median	7,8
26/11/04	8,5	08/01/13	7,9	Variance	5,802
01/06/05	9,8	24/04/13	9	SD	2,409
07/12/05	13,7*	18/06/13	8	MAD/0.675	1,927
25/07/06	6,9	03/09/13	6,3	Skewness	2,3
24/10/06	8,1	14/11/13	6,6	Kurtosis	7,677
19/04/07	7,4	29/01/14	9	CV	0,291
20/09/07	8,5	26/06/14	6,3	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
22/01/08	8,2	29/09/14	6,1	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI (NO)
26/02/08	7,7	04/12/14	-		
08/07/08	9,2	20/03/15	7,4		
30/09/08	9,1	21/05/15	6,5		
18/12/08	19*	06/08/15	6,2		
30/03/09	12	11/12/15	5,8		
24/06/09	9,6	20/05/16	6,5		
24/09/09	9,4	30/06/16	-		
23/12/09	10	20/10/16	7,8		
25/03/10	11	30/11/16	-		
23/06/10	9,1	24/05/17	-		
24/08/10	7,3	19/10/17	-		
10/12/10	7,7	04/05/18	10		
23/03/11	8,6	23/10/18	7,2		
12/05/11	7,4				

Galleria Drenante

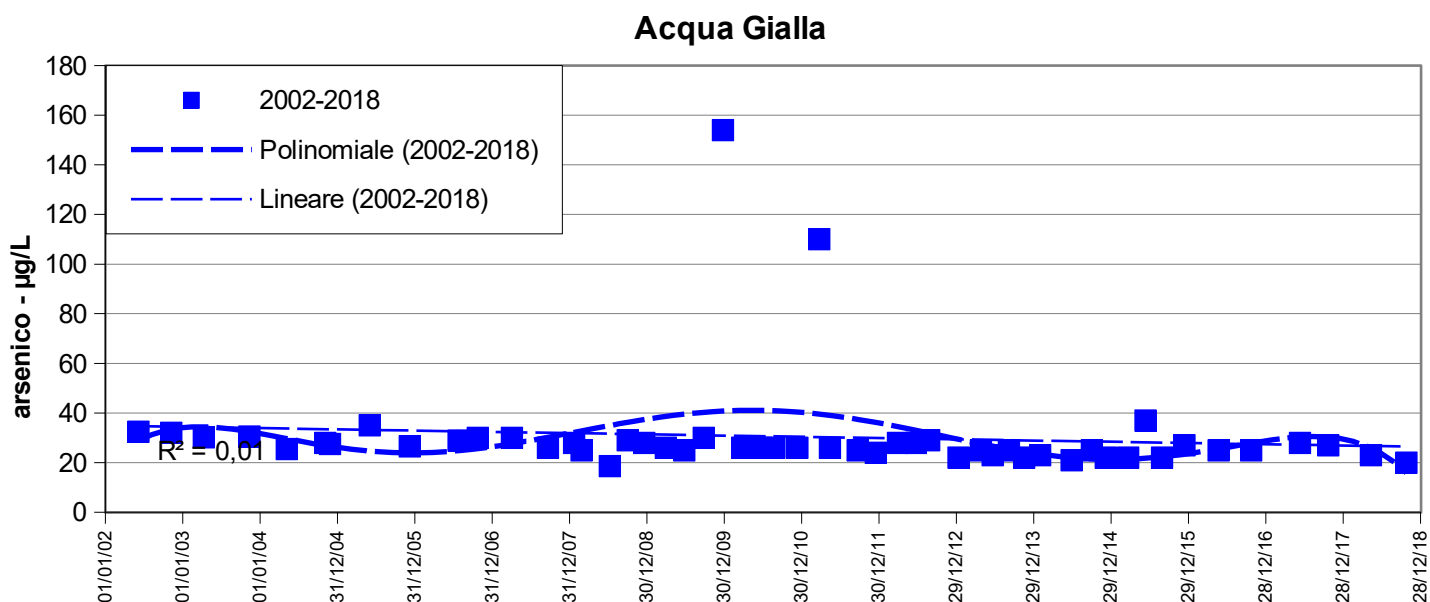


SORGENTE GALLERIA DRENANTE - PIANCASTAGNAIO					
data	Cl mg/L	data	Cl mg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
06/06/02	7,3	21/09/11	7,8	NumObs	48
07/11/02	8,3	15/12/11	7,9	Minimum	7,3
18/06/03	9,2	23/09/12	8,1	Maximum	12
11/11/03	7,4	21/06/12	8,2	Mean	9,221
06/05/04	10,1	23/08/12	9,3	Median	9,15
26/11/04	9,2	08/01/13	9,4	Variance	1,12
01/06/05	10,3	24/04/13	10	SD	1,058
07/12/05	9,6	18/06/13	11	MAD/0.675	0,964
25/07/06	8,1	03/09/13	8,6	Skewness	0,565
24/10/06	9	14/11/13	9,1	Kurtosis	-0,0301
19/04/07	8,4	29/01/14	12	CV	0,115
20/09/07	8,1	26/06/14	9,1	Outlier (Rosner – Dixon)	NO
22/01/08	9,3	29/09/14	8,4	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI
26/02/08	9	04/12/14	-		
08/07/08	11	20/03/15	8,5		
30/09/08	9,7	21/05/15	8,7		
18/12/08	11	06/08/15	8,5		
30/03/09	11	11/12/15	8,9		
24/06/09	9,6	20/05/16	8,8		
24/09/09	9,2	30/06/16	-		
23/12/09	8,1	20/10/16	11		
25/03/10	10	30/11/16	-		
23/06/10	9,5	24/05/17	-		
24/08/10	8,6	19/10/17	-		
10/12/10	8,8	04/05/18	11		
23/03/11	9,5	23/10/18	9,8		
12/05/11	9,2				

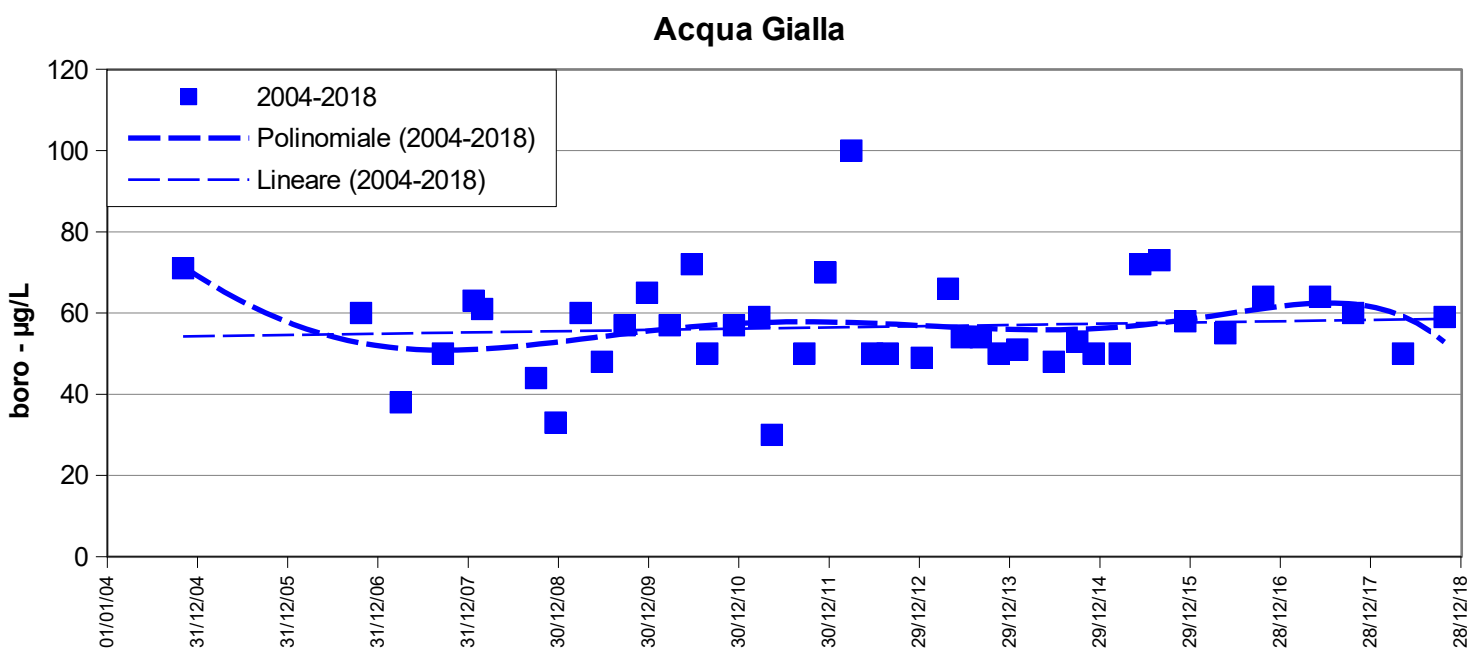
Galleria Drenante



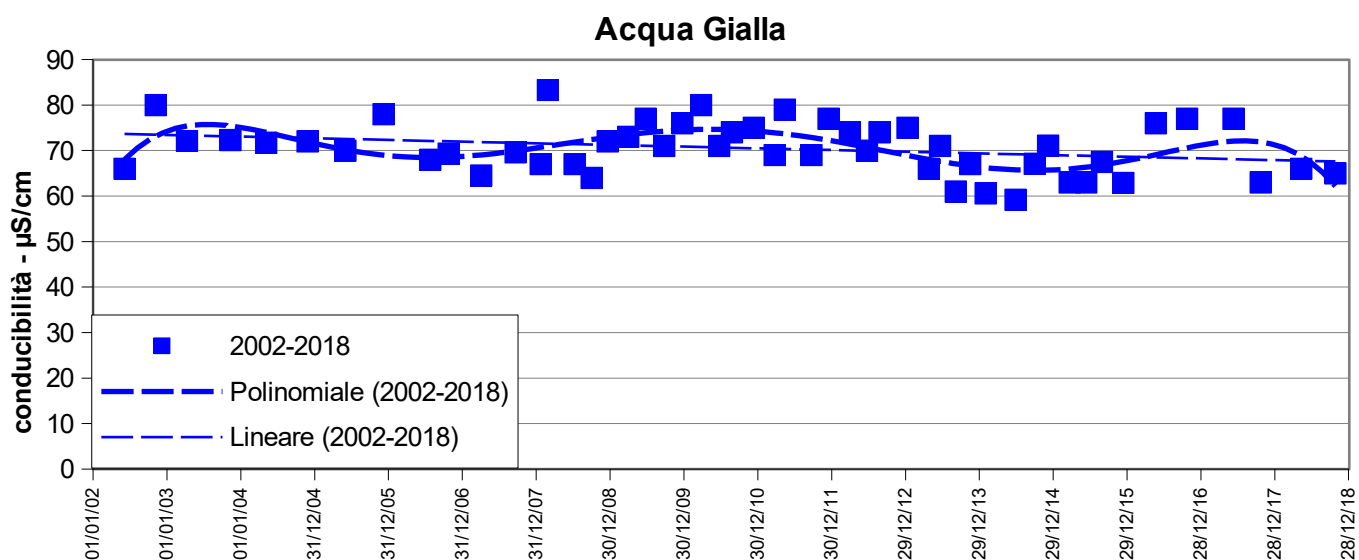
POZZO ACQUA GIALLA - ABBADIA SAN SALVATORE					
data	As µg/L	data	As µg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
06/06/02	32,5	23/03/11	110*	NumObs	52
07/11/02	32	12/05/11	26	Minimum	18,6
10/04/03	30,2	21/09/11	25	Maximum	154
11/11/03	30,5	15/12/11	24	Mean	30,47
06/05/04	25,5	29/03/12	28	Median	26
03/11/04	28	21/06/12	28	Variance	452,1
26/11/04	27,5	23/08/12	29	SD	21,26
01/06/05	35	08/01/13	22	MAD/0.675	2,965
07/12/05	26,5	24/04/13	25	Skewness	5,044
25/07/06	28,9	18/06/13	23	Kurtosis	26,27
24/10/06	30	03/09/13	25	CV	0,698
03/04/07	30	14/11/13	22	Outlier (Rosner)	SI
20/09/07	26	29/01/14	23	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI
22/01/08	28	26/06/14	21		
26/02/08	25	29/09/14	25		
08/07/08	18,6	04/12/14	22		
30/09/08	29	20/03/15	22		
18/12/08	28	10/06/15	37		
30/03/09	26	27/08/15	22		
24/06/09	25	10/12/15	27		
24/09/09	30	20/05/16	25		
23/12/09	154*	20/10/16	25		
25/03/10	26	07/06/17	28		
23/06/10	26	19/10/17	27		
24/08/10	26	08/05/18	23		
10/12/10	26	23/10/18	20		



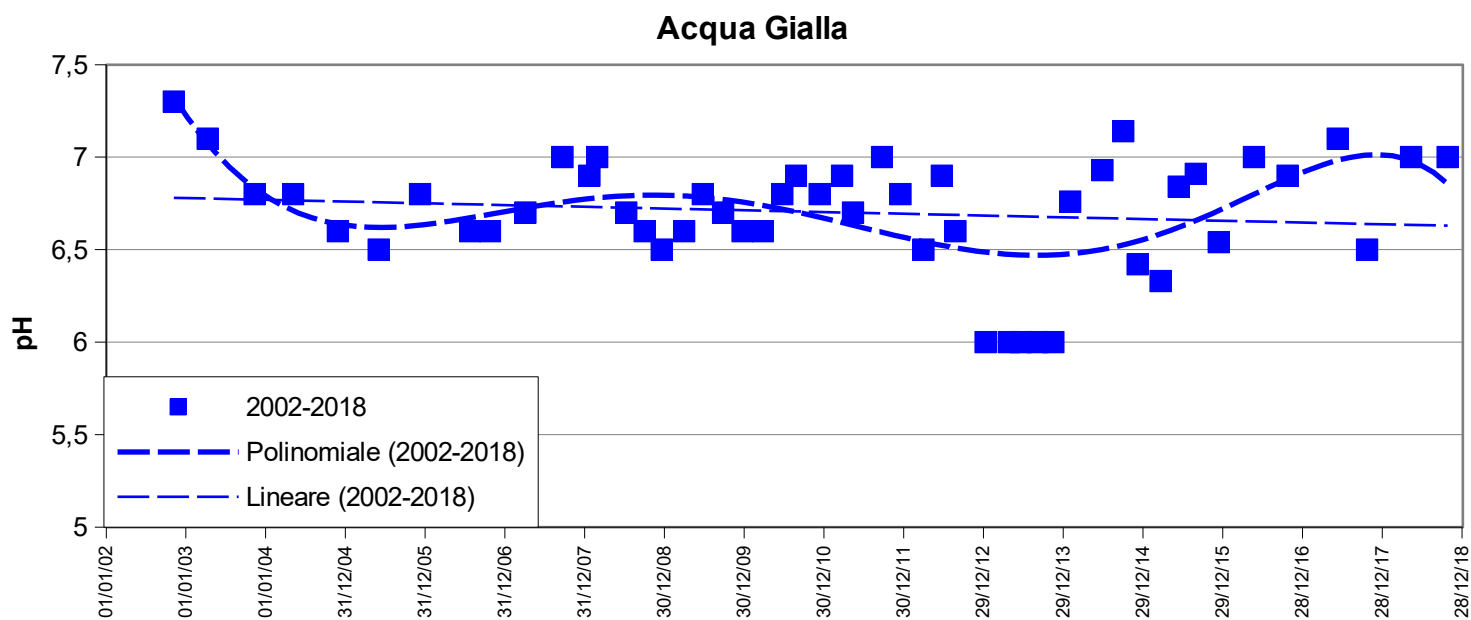
POZZO ACQUA GIALLA - ABBADIA SAN SALVATORE					
data	B $\mu\text{g/L}$	data	B $\mu\text{g/L}$	Statistica descrittiva	2004-2018
03/11/04	71	21/06/12	50	NumObs	42
24/10/06	60	23/08/12	50	Minimum	30
03/04/07	38	08/01/13	49	Maximum	100
20/09/07	50	24/04/13	66	Mean	56,55
22/01/08	63	18/06/13	54	Median	56
26/02/08	61	03/09/13	54	Variance	141,9
30/09/08	44	14/11/13	50	SD	11,91
18/12/08	33	29/01/14	51	MAD/0.675	8,895
30/03/09	60	26/06/14	48	Skewness	0,872
24/06/09	48	29/09/14	53	Kurtosis	3,539
24/09/09	57	04/12/14	50	CV	0,211
23/12/09	65	20/03/15	50	Outlier (Rosner)	SI
25/03/10	57	10/06/15	72	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI (NO)
23/06/10	72	27/08/15	73		
24/08/10	50	10/12/15	58		
10/12/10	57	20/05/16	55		
23/03/11	59	20/10/16	64		
12/05/11	30	07/06/17	64		
21/09/11	50	19/10/17	60		
15/12/11	70	08/05/18	50		
29/03/12	< 100*	23/10/18	59		



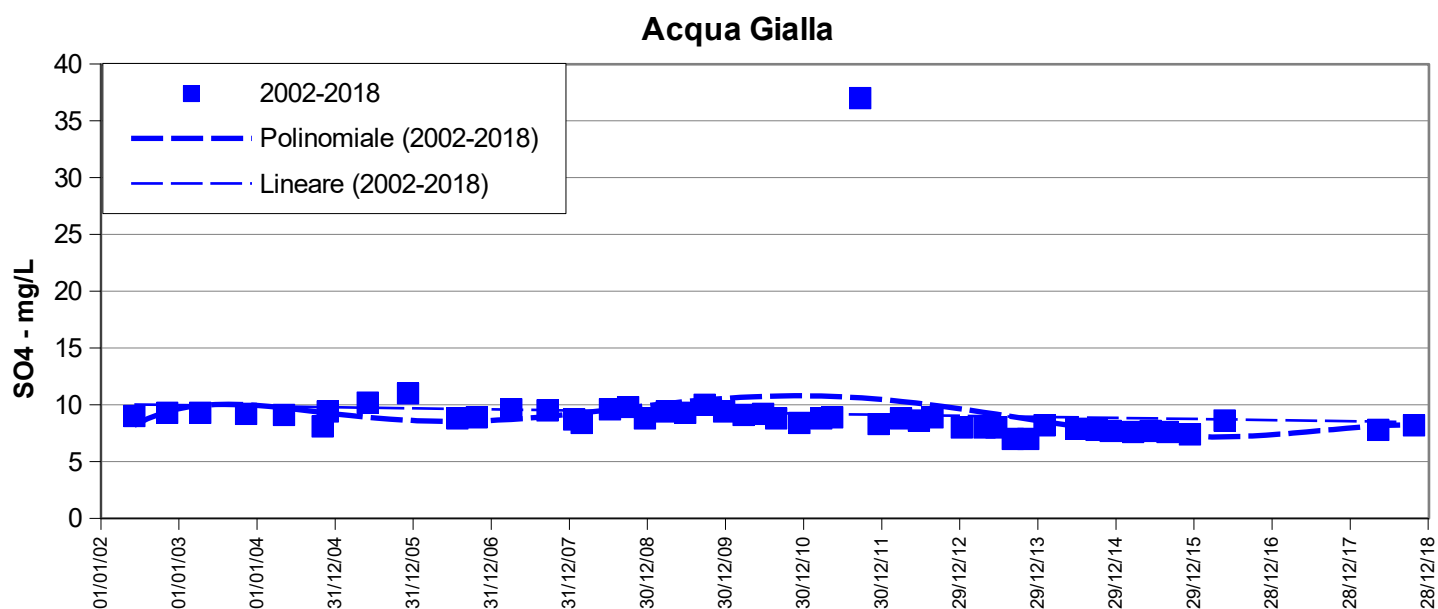
POZZO ACQUA GIALLA - ABBADIA SAN SALVATORE					
data	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	data	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	Statistica descrittiva	2002-2018
06/06/02	66	12/05/11	79	NumObs	51
07/11/02	80	21/09/11	69	Minimum	59,2
10/04/03	72,1	15/12/11	77	Maximum	83,3
11/11/03	72,3	29/03/12	74	Mean	70,47
06/05/04	71,7	21/06/12	70	Median	71
26/11/04	72	23/08/12	74	Variance	31,62
01/06/05	70	08/01/13	75	SD	5,623
07/12/05	78	24/04/13	66	MAD/0.675	5,93
25/07/06	68	18/06/13	71	Skewness	0,0726
24/10/06	69,3	03/09/13	61	Kurtosis	-0,602
03/04/07	64,5	14/11/13	67	CV	0,0798
20/09/07	69,6	29/01/14	60,6	Outlier (Rosner – Dixon)	NO
22/01/08	67	26/06/14	59,2	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI
26/02/08	83,3	29/09/14	67,1		
08/07/08	67	04/12/14	71,1		
30/09/08	64	20/03/15	63		
18/12/08	72	10/06/15	63		
30/03/09	73	27/08/15	67,5		
24/06/09	77	10/12/15	62,9		
24/09/09	71	20/05/16	76		
23/12/09	76	20/10/16	77		
25/03/10	80	07/06/17	77		
23/06/10	71	19/10/17	63		
24/08/10	74	08/05/18	66		
10/12/10	75	23/10/18	65		
23/03/11	69				



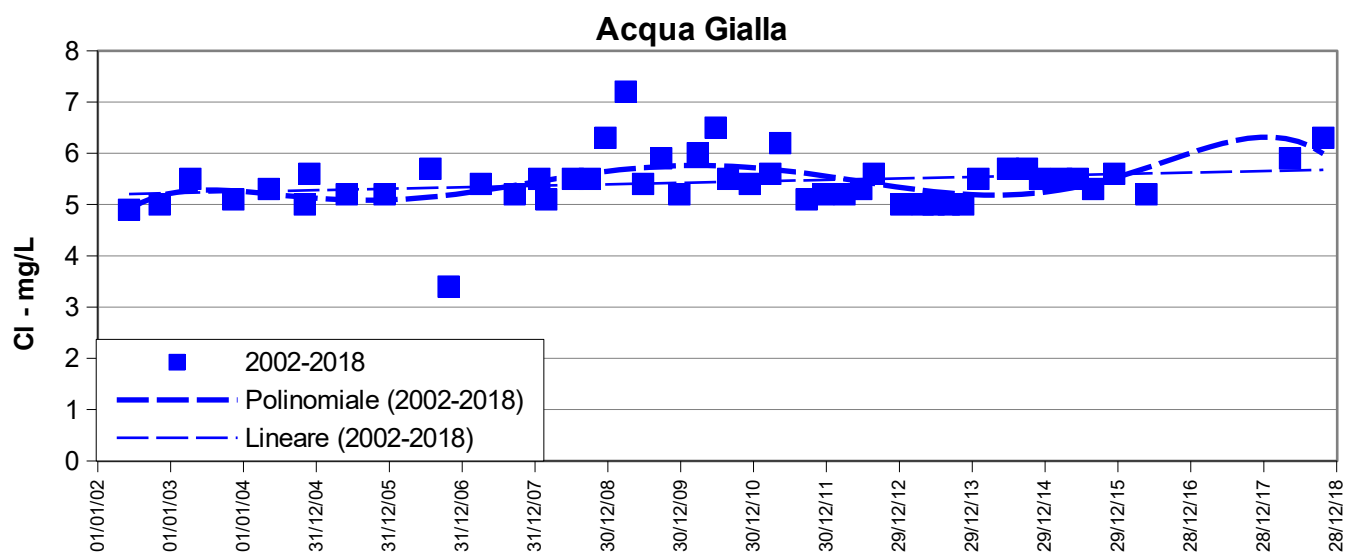
POZZO ACQUA GIALLA - ABBADIA SAN SALVATORE					
data	pH	data	pH	Statistica descrittiva	2002-2018
07/11/02	7,3	12/05/11	6,7	NumObs	50
10/04/03	7,1	21/09/11	7	Minimum	6
11/11/03	6,8	15/12/11	6,8	Maximum	7,3
06/05/04	6,8	29/03/12	6,5	Mean	6,701
26/11/04	6,6	21/06/12	6,9	Median	6,78
01/06/05	6,5	23/08/12	6,6	Variance	0,0966
07/12/05	6,8	08/01/13	6	SD	0,311
25/07/06	6,6	24/04/13	6	MAD/0.675	0,267
24/10/06	6,6	18/06/13	6	Skewness	-0,842
03/04/07	6,7	03/09/13	6	Kurtosis	0,564
20/09/07	7	14/11/13	6	CV	0,0464
22/01/08	6,9	29/01/14	6,76	Outlier (Rosner – Dixon)	NO
26/02/08	7	26/06/14	6,93	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO
08/07/08	6,7	29/09/14	7,14		
30/09/08	6,6	04/12/14	6,42		
08/07/08	6,7	20/03/15	6,33		
30/03/09	6,6	10/06/15	6,84		
24/06/09	6,8	27/08/15	6,91		
24/09/09	6,7	10/12/15	6,54		
23/12/09	6,6	20/05/16	7		
25/03/10	6,6	20/10/16	6,9		
23/06/10	6,8	07/06/17	7,1		
24/08/10	6,9	19/10/17	6,5		
10/12/10	6,8	08/05/18	7		
23/03/11	6,9	23/10/18	7		



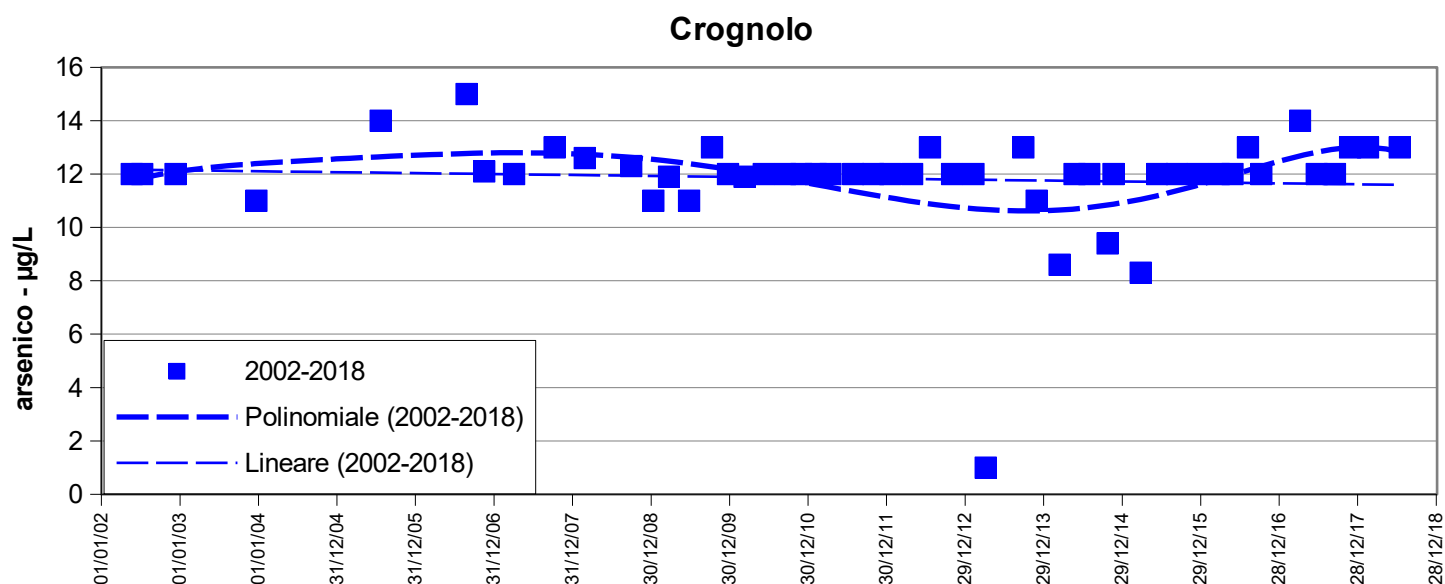
POZZO ACQUA GIALLA - ABBADIA SAN SALVATORE					
data	SO4 mg/L	data	SO4 mg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
06/06/02	9	23/03/11	8,8	NumObs	49
07/11/02	9,3	12/05/11	8,9	Minimum	7
10/04/03	9,3	21/09/11	37*	Maximum	37
11/11/03	9,2	15/12/11	8,3	Mean	9,267
06/05/04	9,1	29/03/12	8,8	Median	8,8
03/11/04	8,1	21/06/12	8,6	Variance	17,05
26/11/04	9,4	23/08/12	8,9	SD	4,129
01/06/05	10,2	08/01/13	8	MAD/0.675	0,89
07/12/05	11	24/04/13	8	Skewness	6,562
25/07/06	8,8	18/06/13	8	Kurtosis	44,86
24/10/06	8,9	03/09/13	7	CV	0,446
03/04/07	9,6	14/11/13	7	Outlier (Rosner)	SI
20/09/07	9,5	29/01/14	8,2	Normalità (Shapiro-Wilk)	SI (NO)
22/01/08	8,7	26/06/14	7,9		
26/02/08	8,4	29/09/14	7,8		
26/02/08	8,4	04/12/14	7,7		
26/02/08	8,4	20/03/15	7,6		
18/12/08	8,8	10/06/15	7,7		
30/03/09	9,4	27/08/15	7,6		
24/06/09	9,3	10/12/15	7,4		
24/09/09	10	20/05/16	8,6		
23/12/09	9,4	20/10/16	-		
25/03/10	9,1	07/06/17	-		
23/06/10	9,2	19/10/17	-		
24/08/10	8,8	08/05/18	7,8		
10/12/10	8,4	23/10/18	8,2		



POZZO ACQUA GIALLA - ABBADIA SAN SALVATORE					
data	Cl mg/L	data	Cl mg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
06/06/02	4,9	23/03/11	5,6	NumObs	49
07/11/02	5	12/05/11	6,2	Minimum	3,4
10/04/03	5,5	21/09/11	5,1	Maximum	7,2
11/11/03	5,1	15/12/11	5,2	Mean	5,437
06/05/04	5,3	29/03/12	5,2	Median	5,4
03/11/04	5	21/06/12	5,3	Variance	0,291
26/11/04	5,6	23/08/12	5,6	SD	0,54
01/06/05	5,2	08/01/13	5,3	MAD/0.675	0,297
07/12/05	5,2	24/04/13	5,5	Skewness	-0,0739
25/07/06	5,7	18/06/13	5,5	Kurtosis	5,219
24/10/06	3,4*	03/09/13	5,2	CV	0,0992
03/04/07	5,4	14/11/13	5,8	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
20/09/07	5,2	29/01/14	5,5	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO
22/01/08	5,5	26/06/14	5,7		
26/02/08	5,1	29/09/14	5,7		
08/07/08	5,5	04/12/14	5,5		
30/09/08	5,5	20/03/15	5,5		
18/12/08	6,3	10/06/15	5,5		
30/03/09	7,2*	27/08/15	5,3		
24/06/09	5,4	10/12/15	5,6		
24/09/09	5,9	20/05/16	5,2		
23/12/09	5,2	20/10/16	-		
25/03/10	6	07/06/17	-		
23/06/10	6,5	19/10/17	-		
24/08/10	5,5	08/05/18	5,9		
10/12/10	5,4	23/10/18	6,3		

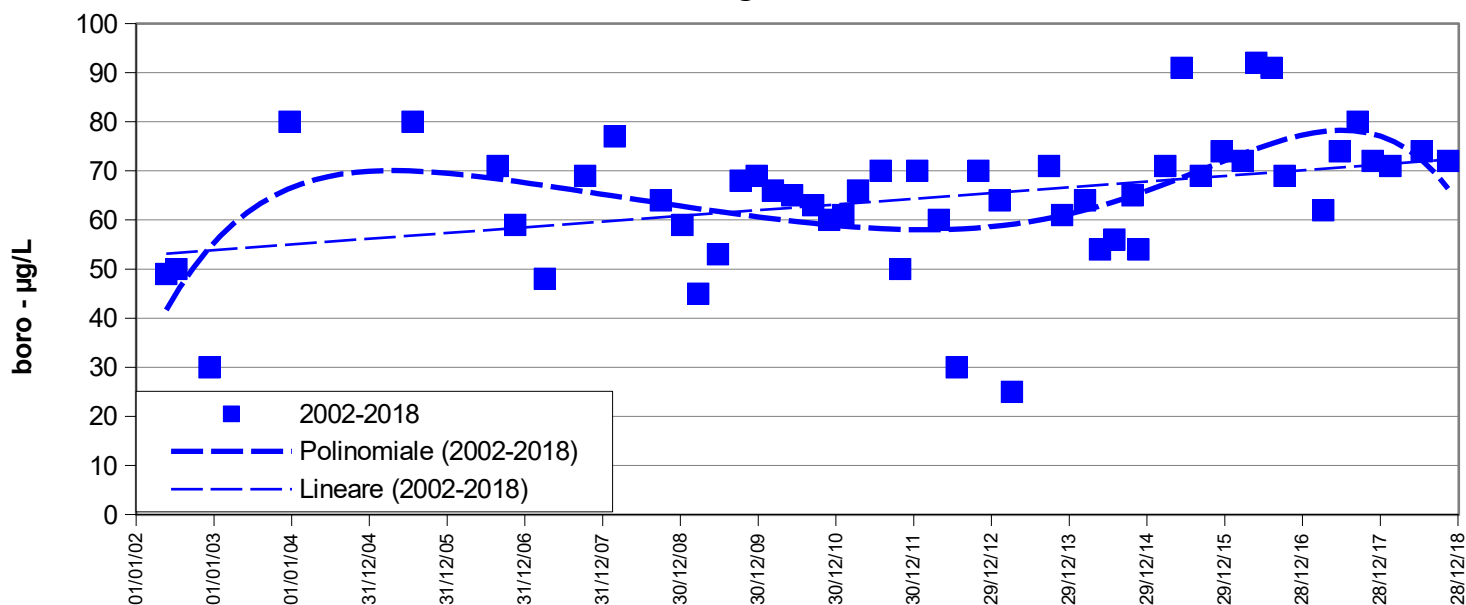


SORGENTE CROGNOLO - CASTEL DEL PIANO					
data	As µg/L	data	As µg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	12	19/07/12	13	NumObs	52
11/12/02	12	29/10/12	12	Minimum	1
22/05/02	12	05/02/13	12	Maximum	15
22/12/03	11	04/04/13	<1*	Mean	11,86
22/07/05	14*	25/09/13	13	Median	12
25/08/06	15*	26/11/13	11	Variance	3,602
15/11/06	12,1	13/03/14	8,6*	SD	1,898
03/04/07	12	22/05/14	12	MAD/0.675	0
09/10/07	13	29/07/14	12	Skewness	-3,906
26/02/08	12,6	22/10/14	9,4*	Kurtosis	21,25
29/09/08	12,3	19/11/14	12	CV	0,16
09/01/09	11	25/03/15	8,3*	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
23/03/09	11,9	10/06/15	12	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO
24/06/09	11	08/09/15	12		
09/10/09	13	14/12/15	12		
22/12/09	12	22/03/16	12		
09/03/10	11,9	25/05/16	12		
07/06/10	12	04/08/16	13		
14/09/10	12	05/10/16	12		
29/11/10	12	04/04/17	14		
03/02/11	12	21/06/17	12		
13/04/11	12	13/09/17	12		
28/07/11	12	22/11/17	13		
28/10/11	12	14/02/18	13		
16/01/12	12	11/07/18	13		
26/04/12	12	12/11/18	13,5		

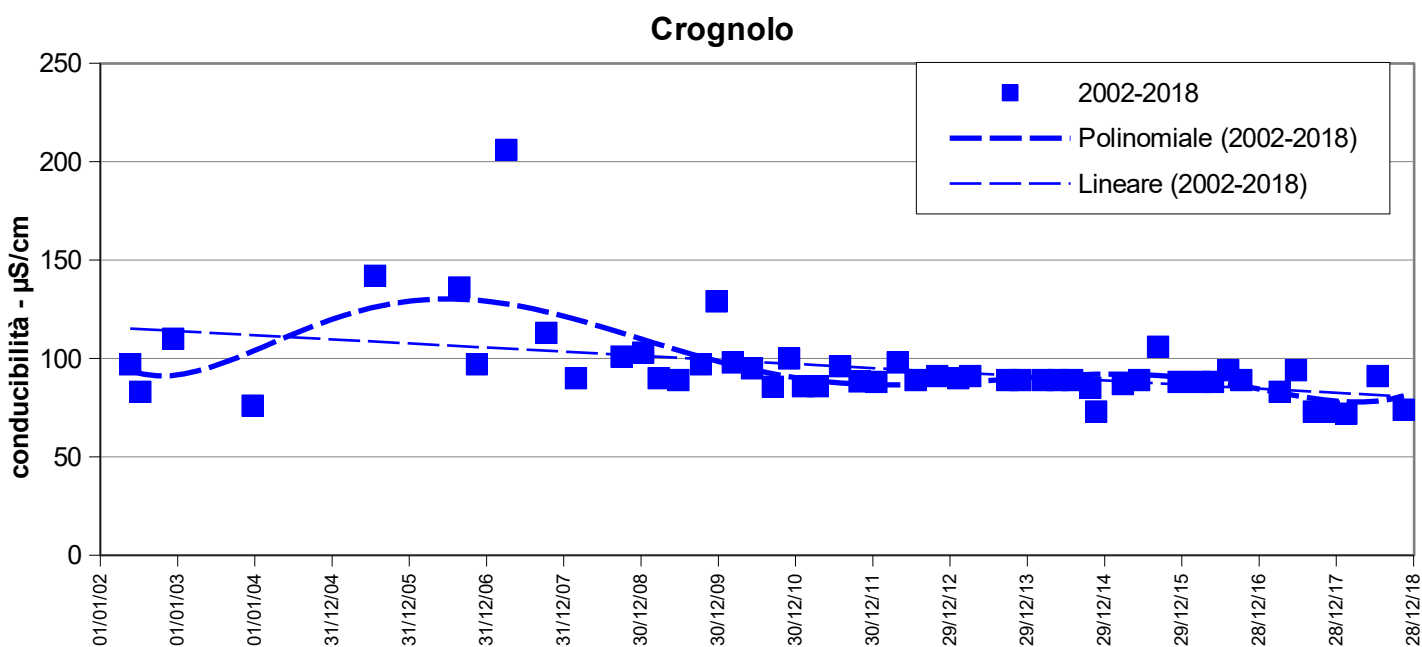


SORGENTE CROGNOLO - CASTEL DEL PIANO					
data	B $\mu\text{g/L}$	data	B $\mu\text{g/L}$	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	50	19/07/12	30	NumObs	52
11/12/02	30	29/10/12	70	Minimum	25
22/05/02	49	05/02/13	64	Maximum	92
22/12/03	80	04/04/13	25	Mean	64,42
22/07/05	80	25/09/13	71	Median	66
25/08/06	71	26/11/13	61	Variance	189,2
15/11/06	59	13/03/14	64	SD	13,75
03/04/07	48	22/05/14	54	MAD/0.675	8,895
09/10/07	69	29/07/14	56	Skewness	-0,716
26/02/08	77	22/10/14	65	Kurtosis	1,409
29/09/08	64	19/11/14	54	CV	0,214
09/01/09	59	25/03/15	71	Outlier (Rosner – Dixon)	NO
23/03/09	45	10/06/15	91	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO
24/06/09	53	08/09/15	69		
09/10/09	68	14/12/15	74		
22/12/09	69	22/03/16	72		
09/03/10	66	25/05/16	92		
07/06/10	65	04/08/16	91		
14/09/10	63	05/10/16	69		
29/11/10	60	04/04/17	62		
03/02/11	61	21/06/17	74		
13/04/11	66	13/09/17	80		
28/07/11	70	22/11/17	72		
28/10/11	50	14/02/18	71		
16/01/12	70	11/07/18	74		
26/04/12	60	12/11/18	72		

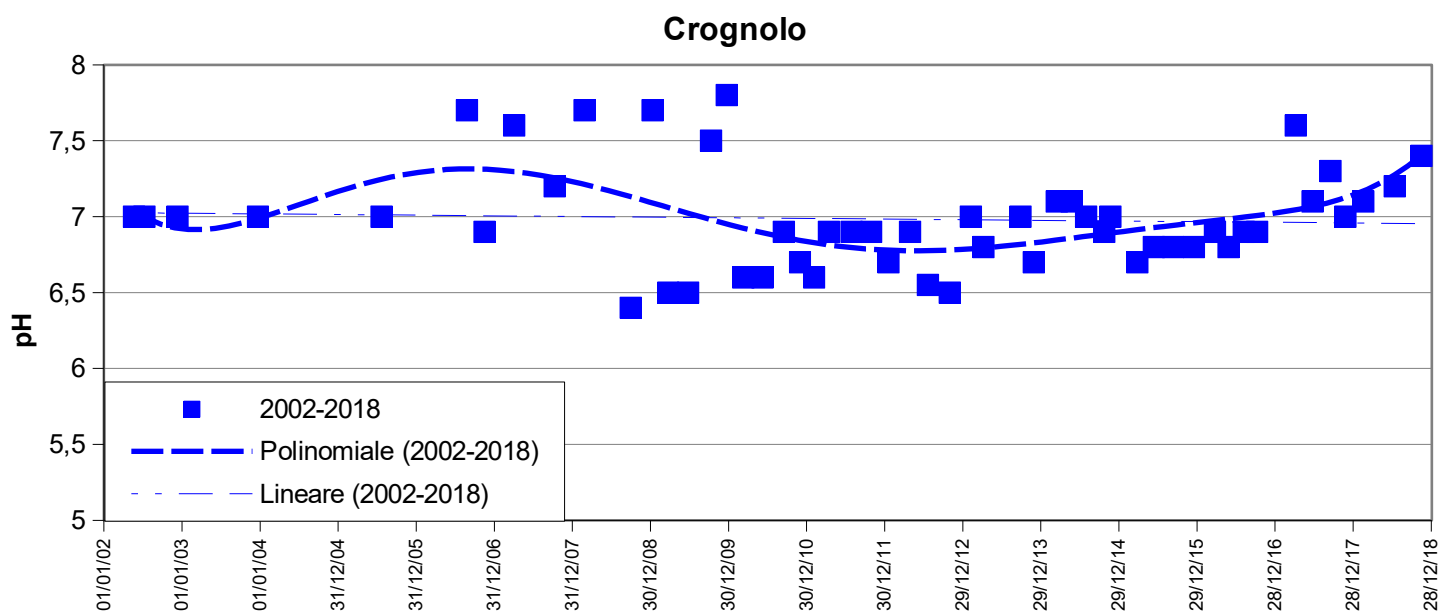
Crognolo



SORGENTE CROGNOLO - CASTEL DEL PIANO					
data	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	data	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	83	19/07/12	89	NumObs	52
11/12/02	110	29/10/12	91	Minimum	72
22/05/02	97	05/02/13	90	Maximum	206
22/12/03	76	04/04/13	91	Mean	94,86
22/07/05	142*	25/09/13	89	Median	89
25/08/06	136*	26/11/13	89	Variance	438,6
15/11/06	97	13/03/14	89	SD	20,94
03/04/07	206*	22/05/14	89	MAD/0.675	7,413
09/10/07	113	29/07/14	89	Skewness	3,394
26/02/08	90	22/10/14	85	Kurtosis	15,53
29/09/08	101	19/11/14	73	CV	0,221
09/01/09	103	25/03/15	87	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
23/03/09	90	10/06/15	89	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO
24/06/09	89	08/09/15	106		
09/10/09	97	14/12/15	88		
22/12/09	129*	22/03/16	88		
09/03/10	98	25/05/16	88		
07/06/10	95	04/08/16	94		
14/09/10	85,6	05/10/16	89		
29/11/10	100	04/04/17	83		
03/02/11	85,9	21/06/17	94		
13/04/11	85,9	13/09/17	73		
28/07/11	96	22/11/17	73		
28/10/11	88,3	14/02/18	72		
16/01/12	88	11/07/18	91		
26/04/12	98	12/11/18	74		

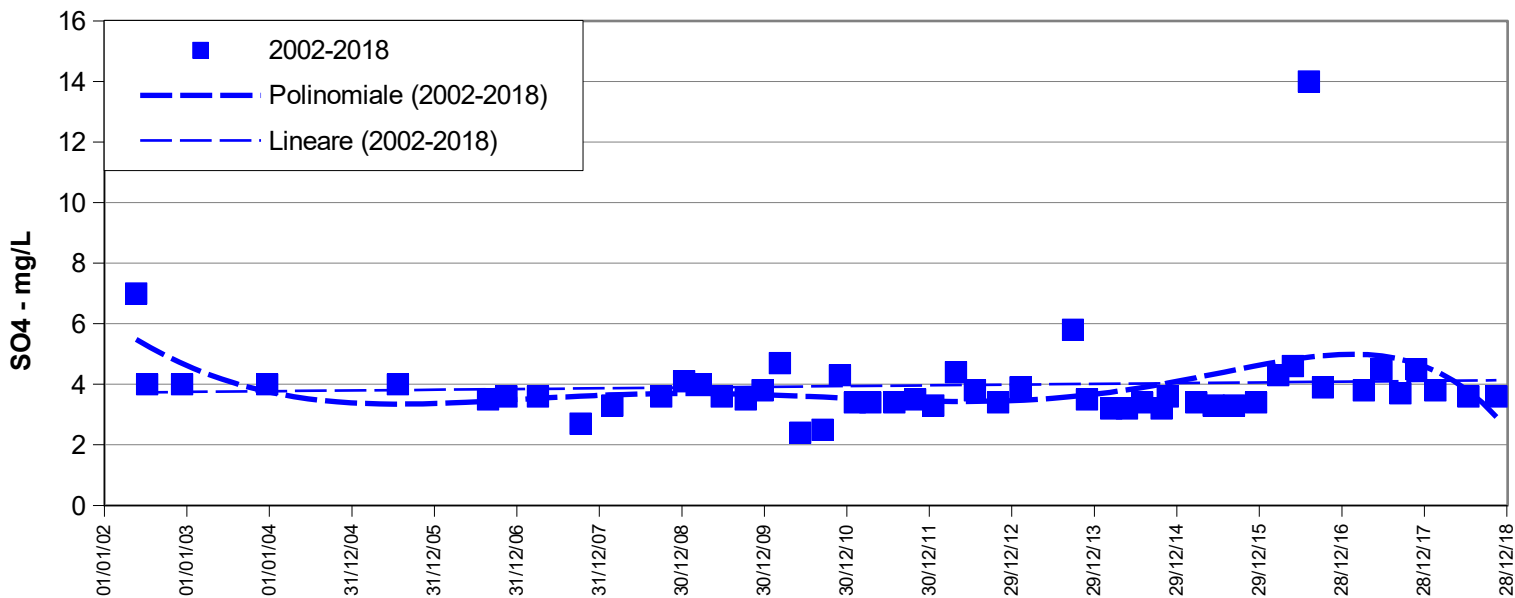


SORGENTE CROGNOLO - CASTEL DEL PIANO					
data	pH	data	pH	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	7	19/07/12	6,55	NumObs	52
11/12/02	7	29/10/12	6,5	Minimum	6,4
22/05/02	7	05/02/13	7	Maximum	7,8
22/12/03	7	04/04/13	6,8	Mean	6,984
22/07/05	7	25/09/13	7	Median	6,9
25/08/06	7,7	26/11/13	6,7	Variance	0,115
15/11/06	6,9	13/03/14	7,1	SD	0,34
03/04/07	7,6	22/05/14	7,1	MAD/0.675	0,297
09/10/07	7,2	29/07/14	7	Skewness	0,762
26/02/08	7,7	22/10/14	6,9	Kurtosis	0,209
29/09/08	6,4	19/11/14	7	CV	0,0487
09/01/09	7,7	25/03/15	6,7	Outlier (Rosner – Dixon)	NO
23/03/09	6,5	10/06/15	6,8	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO
24/06/09	6,5	08/09/15	6,8		
09/10/09	7,5	14/12/15	6,8		
22/12/09	7,8	22/03/16	6,9		
09/03/10	6,6	25/05/16	6,8		
07/06/10	6,6	04/08/16	6,9		
14/09/10	6,9	05/10/16	6,9		
29/11/10	6,7	04/04/17	7,6		
03/02/11	6,6	21/06/17	7,1		
13/04/11	6,9	13/09/17	7,3		
28/07/11	6,9	22/11/17	7		
28/10/11	6,9	14/02/18	7,1		
16/01/12	6,7	11/07/18	7,2		
26/04/12	6,9	12/11/18	7,4		

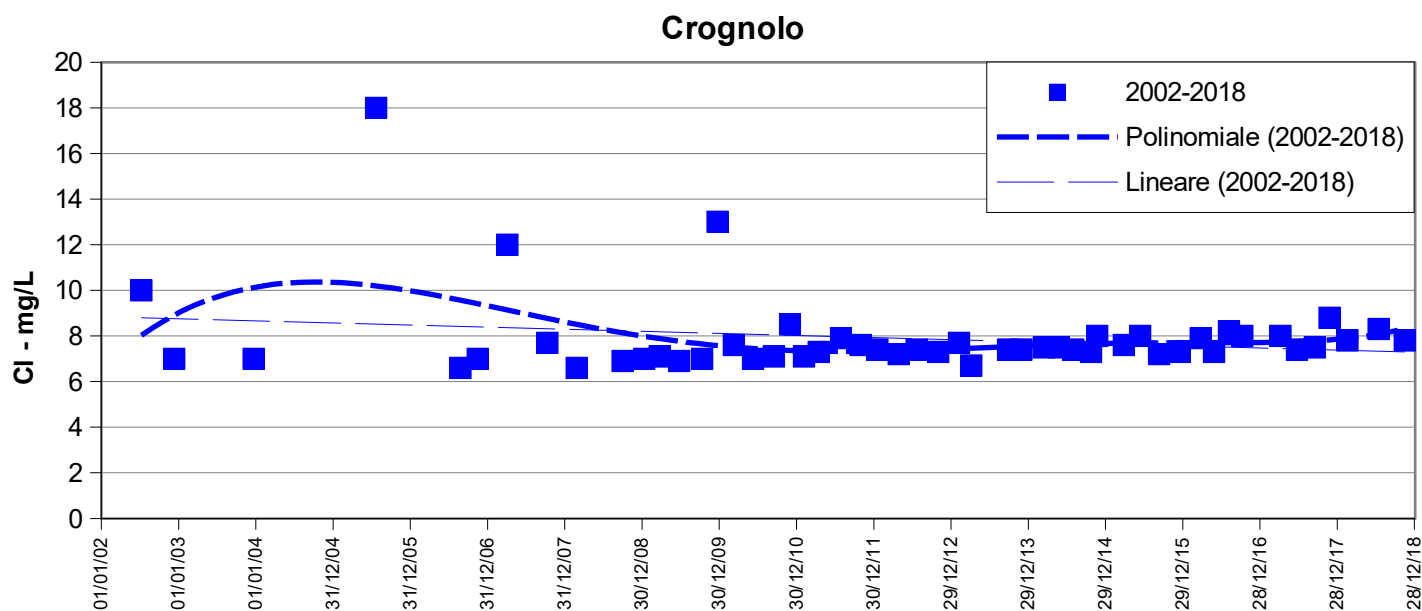


SORGENTE CROGNOLO - CASTEL DEL PIANO					
data	SO4 mg/L	data	SO4 mg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
09/07/02	4	26/04/12	4,4	NumObs	51
11/12/02	4	19/07/12	3,8	Minimum	2,4
22/05/02	7*	29/10/12	3,4	Maximum	14
22/12/03	4	05/02/13	3,9	Mean	3,967
22/07/05	4	25/09/13	5,8*	Median	3,6
25/08/06	3,5	26/11/13	3,5	Variance	2,583
15/11/06	3,6	13/03/14	3,2	SD	1,607
03/04/07	3,6	22/05/14	3,2	MAD/0.675	0,445
09/10/07	2,7	29/07/14	3,4	Skewness	5,171
26/02/08	3,3	22/10/14	3,2	Kurtosis	31,43
29/09/08	3,6	19/11/14	3,6	CV	0,405
09/01/09	4,1	25/03/15	3,4	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
23/03/09	4	10/06/15	3,3	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO (SI)
24/06/09	3,6	08/09/15	3,3		
09/10/09	3,5	14/12/15	3,4		
22/12/09	3,8	22/03/16	4,3		
09/03/10	4,7	25/05/16	4,6		
07/06/10	2,4	04/08/16	14*		
14/09/10	2,5	05/10/16	3,9		
29/11/10	4,3	04/04/17	3,8		
03/02/11	3,4	21/06/17	4,5		
13/04/11	3,4	13/09/17	3,7		
28/07/11	3,4	22/11/17	4,5		
28/10/11	3,5	14/02/18	3,8		
16/01/12	3,3	11/07/18	3,6		
		12/11/18	3,6		

Crognolo



SORGENTE CROGNOLO - CASTEL DEL PIANO					
data	Cl mg/L	data	Cl mg/L	Statistica descrittiva	2002-2018
22/05/02	7	19/07/12	7,4	NumObs	52
09/07/02	10*	29/10/12	7,3	Minimum	6,6
11/12/02	7	05/02/13	7,7	Maximum	18
22/12/03	7	04/04/13	6,7	Mean	7,888
22/07/05	18*	25/09/13	7,4	Median	7,4
25/08/06	6,6	26/11/13	7,4	Variance	3,338
15/11/06	7	13/03/14	7,5	SD	1,827
03/04/07	12*	22/05/14	7,5	MAD/0.675	0,593
09/10/07	7,7	29/07/14	7,4	Skewness	4,115
26/02/08	6,6	22/10/14	7,3	Kurtosis	19,5
29/09/08	6,9	19/11/14	8	CV	0,232
09/01/09	7	25/03/15	7,6	Outlier (Rosner – Dixon)	SI
23/03/09	7,1	10/06/15	8	Normalità (Shapiro-Wilk)	NO (SI)
24/06/09	6,9	08/09/15	7,2		
09/10/09	7	14/12/15	7,3		
22/12/09	13*	22/03/16	7,9		
09/03/10	7,6	25/05/16	7,3		
07/06/10	7	04/08/16	8,2		
14/09/10	7,1	05/10/16	8		
29/11/10	8,5	04/04/17	8		
03/02/11	7,1	21/06/17	7,4		
13/04/11	7,3	13/09/17	7,5		
28/07/11	7,9	22/11/17	8,8		
28/10/11	7,6	14/02/18	7,8		
16/01/12	7,4	11/07/18	8,3		
26/04/12	7,2	12/11/18	7,8		





ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana
via N. Porpora 22, 50144 Firenze – tel. 05532061
www.arpat.toscana.it