



Valutazione delle tendenze ascendenti di alcuni inquinanti nelle acque sotterranee della Regione Piemonte

Struttura Specialistica Idrologia e Qualità delle Acque

A cura di: Claudia Vanzetti, Nicoletta Gianoglio, Stefano Buratto*, Tommaso Niccoli*, Gabriele Nicolò*, Luca Mallen** (per le metodologie statistiche, gli aspetti geostatistici e cartografia).

() B.AT.01 – Sistema informativo ambientale e geografico e educazione ambientale*

*(**) SS P.22.04 - Valutazioni Ambientali Grandi Opere*

Data: Dicembre 2022

INDICE

1. INTRODUZIONE	4
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3. METODOLOGIA	4
3.1. Scelta del metodo.....	4
3.2. Scelta dei parametri.....	5
3.3. Scelta di corpi idrici e abbinamento parametri	5
4. APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA.....	9
4.1. La base dati.....	9
4.2. Verifica delle tendenze ascendenti	9
5. RISULTATI PER STAZIONE IN CIASCUN CORPO IDRICO	11
5.1. GWB S1 - Pianura Novarese, Biellese e Vercellese	13
5.2. GWB-S3a - Pianura Torinese e Canavese tra Dora Baltea e Stura di Lanzo	19
5.3. GWB-S3b - Pianura Torinese tra Stura di Lanzo, Po e Chisola	21
5.4. GWB-S4a - Altopiano di Poirino in destra Banna – Rioverde	24
5.5. GWB-S4b - Pianura Torinese tra Ricchiardo, Po e Banna – Rioverde.....	27
5.6. GWB-S5b - Pianura Pinerolese tra sistema Chisone-Pellice e Po.....	29
5.7. GWB-S6 - Pianura Cuneese	32
5.8. GWB-S7 - Pianura Cuneese in destra Stura di Demonte	35
5.9. GWB-S8 - Pianura Alessandrina in sinistra Tanaro	38
5.10. GWB-S9 - Pianura Alessandrina in destra Tanaro.....	41
5.11. GWB-S10 - Pianura Casalese	45
5.12. GWB-FTA - Fondovalle Tanaro	48
5.13. GWB-FDR - Fondovalle Dora Riparia.....	52
5.14. GWB-FS - Fondovalle Sesia.....	54
5.15. GWB-FTO - Fondovalle Toce-Strona	56
5.16. GWB-P2 - Pianura Torinese settentrionale	58
6. RISULTATI ESTESI AL CORPO IDRICO.....	62
7. ALCUNE CONSIDERAZIONI	64

1. INTRODUZIONE

L'individuazione di trend temporali significativi relativi alla concentrazione degli inquinanti nelle acque è già menzionata nella Direttiva Quadro Acque (Direttiva 200/60/CE), in particolare nell'allegato V (Rilevamento delle tendenze riguardo agli inquinanti). Anche la successiva normativa comunitaria e nazionale si occupa di questo aspetto, fornendo alcune definizioni riguardo la materia in essere ed indicazioni sulle attività da svolgere.

Ad esempio nel D.lgs. 30/2009 viene esplicitato che la "tendenza significativa e duratura all'aumento dell'inquinamento" viene intesa come "qualsiasi aumento significativo, dal punto di vista ambientale e statistico, della concentrazione di un inquinante, di un gruppo di inquinanti o di un indicatore di inquinamento delle acque sotterranee".

L'ultimo decreto ministeriale in ordine di tempo (DM 6/07/2016), prevede, fra le altre cose, la redazione di linee guida per il calcolo delle tendenze degli inquinanti.

Anche l'Autorità di Distretto del Po, nell'ambito del Reporting WISE, ha istituito dei tavoli tecnici durante i quali ha concordato con le Regioni e le Arpa di utilizzare i trend così calcolati per la definizione dell'impatto all'interno del modello DPSIR.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti normativi riguardanti l'argomento in oggetto sono i seguenti:

Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.

Direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

Decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152 - Norme in materia ambientale, in particolare l'Allegato 1 alla parte terza (Monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale).

Decreto legislativo 16 marzo 2009, n.30 - Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

DM 6 luglio 2016 - Recepimento della direttiva 2014/80/UE della Commissione del 20 giugno 2014 che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

3. METODOLOGIA

3.1. Scelta del metodo

Per definire e valutare i trend relativi alle sostanze inquinanti nelle acque sotterranee si è deciso di seguire quanto indicato nel documento **MLG 161 del 2017** - "Linee guida per la valutazione delle tendenze ascendenti e d'inversione degli inquinanti nelle acque sotterranee", valutando **in primis**

le tendenze ascendenti, in quanto ritenute più rilevanti ai fini della determinazione dell'impatto e del rischio di non raggiungimento e/o mantenimento dell'obiettivo di qualità ambientale, come definito dalla DQA. Tale metodo prevede una procedura di analisi delle tendenze basata sul metodo di Mann-Kendall per il calcolo della significatività statistica della tendenza ascendente e sul metodo di Theil-Sen per la stima della pendenza lineare, e sarà dettagliato e declinato nei capitoli successivi.

3.2. Scelta dei parametri

La scelta dei parametri per i quali verificare le tendenze ascendenti, in questo studio, è stata guidata dalla valutazione di impatto effettuata seguendo quanto stabilito nella Linea Guida 11/2018 (riguardante l'analisi delle pressioni). Sono quindi stati esaminati i parametri stabiliti dalla LG come indicatori di impatto (mutuati dalla banca dati WISE) per le acque sotterranee, in particolare quelli riguardanti l'inquinamento chimico derivante dalle pressioni risultate significative.

I parametri considerati, pertanto, sono:

- ✓ Cromo esavalente
- ✓ Nichel
- ✓ Nitrati
- ✓ Somma Pesticidi
- ✓ Somma VOC (composti organici volatili)

3.3. Scelta di corpi idrici e abbinamento parametri

La selezione dei **corpi idrici sotterranei**, o **GWB** (Ground Water Body), è stata fatta a partire dalla RMRAS del Piemonte (Rete di monitoraggio Regionale Acque Sotterranee), che monitora attualmente 17 corpi idrici sotterranei (GWB) attinenti al sistema idrico sotterraneo superficiale di pianura e fondovalle, 6 relativi a quello profondo e 7 riguardanti il sistema idrico montano e collinare.

Il criterio che ha guidato la **scelta dei corpi idrici** è stato principalmente quello indicato dal D.lgs. 30/2009, ripreso anche dalla MLG 161/2017 sui trend, il quale stabilisce che si "individuano le tendenze significative e durature all'aumento in tutti i corpi o gruppi di corpi idrici sotterranei caratterizzati come a rischio".

Pertanto sono stati individuati e selezionati i corpi idrici a rischio così come definiti per il nuovo Piano di gestione di Distretto del Po (2022-2027) e illustrati nelle figure seguenti.

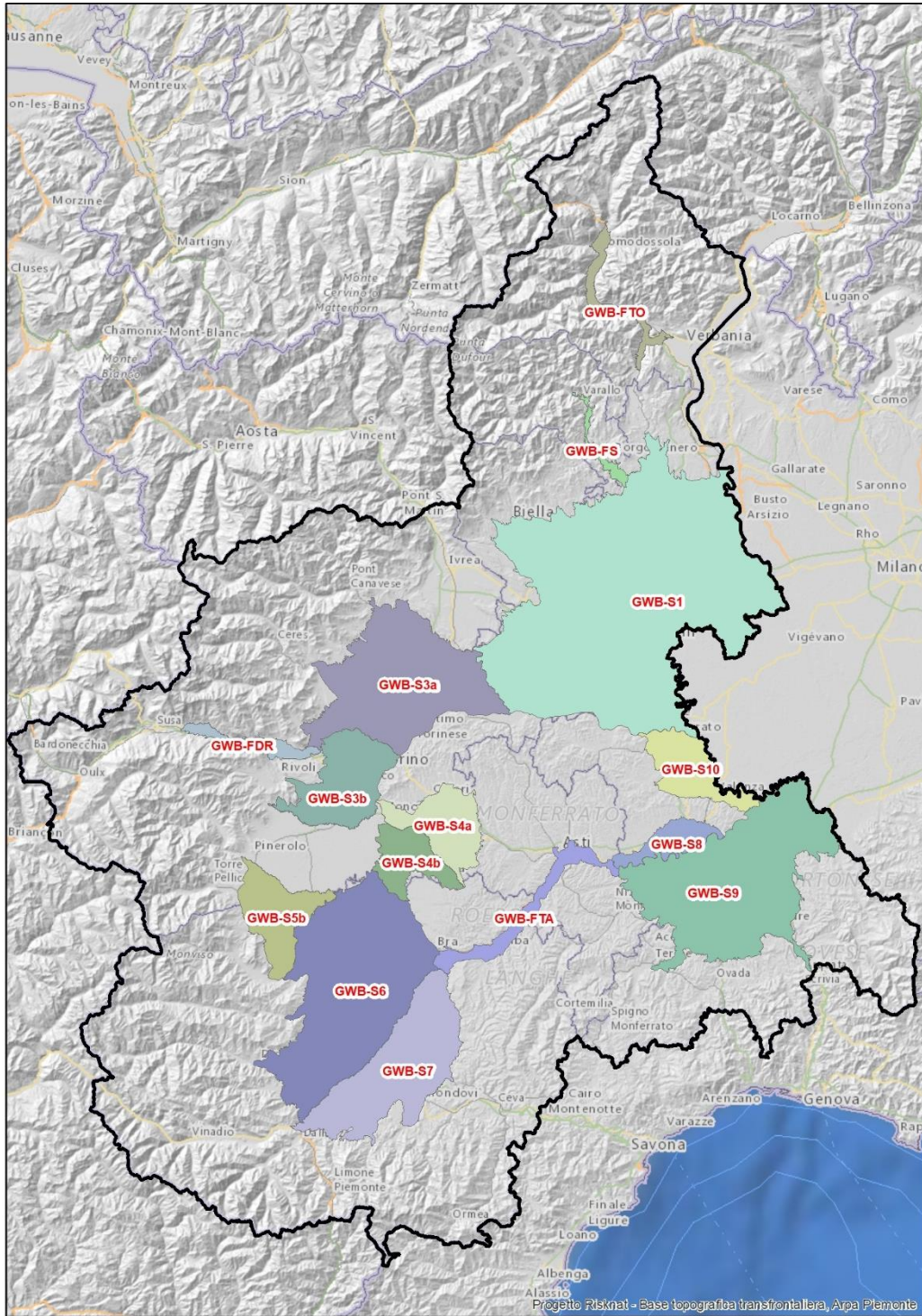


Figura 3.1 – Distribuzione regionale dei corpi idrici sotterranei superficiali interessati

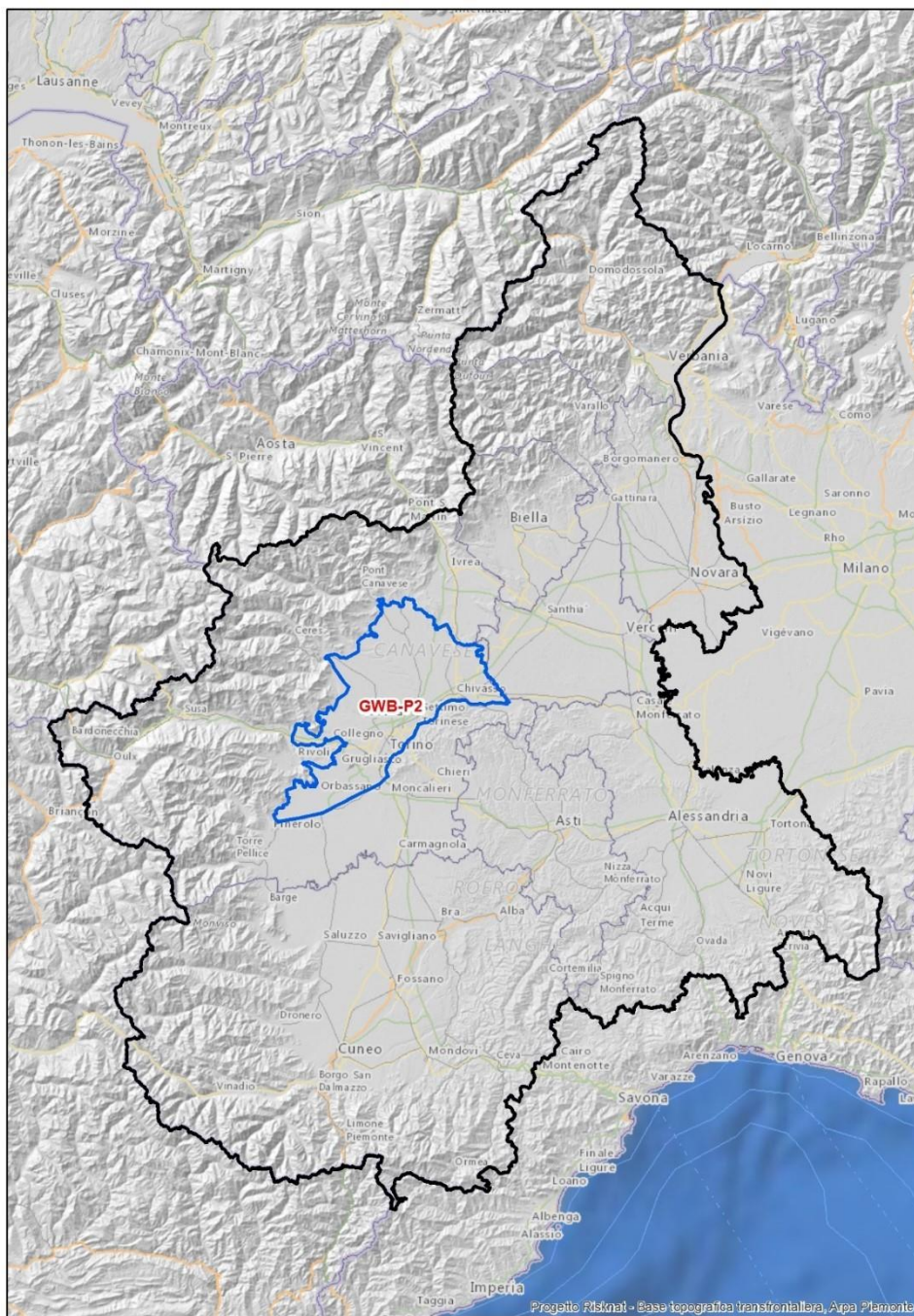


Figura 3.2 – Distribuzione regionale dei corpi idrici sotterranei profondi interessati

In seguito è stata effettuata un'ulteriore selezione, per ottimizzare risorse e significatività della verifica, riguardante i **parametri** da esaminare per ogni corpo idrico. In particolare si sono presi in considerazione, per ogni corpo idrico precedentemente selezionato, quei parametri che avevano dato esito positivo nella verifica di impatto eseguita sempre in occasione della definizione del nuovo Piano di gestione di Distretto del Po.

Considerando i corpi idrici e i parametri così selezionati, si è giunti a circoscrivere il lavoro da effettuare per la verifica delle tendenze ascendenti, riassunto ed illustrato nella tabella seguente.

Tabella 3.1 - GWB e parametri selezionati per la verifica dei trend

Codice Corpo Idrico	Denominazione Corpo Idrico	Parametri selezionati
GWB-S1	Pianura Novarese, Biellese e Vercellese	Nichel, Nitrati, Somma pesticidi
GWB-S3a	Pianura Torinese e Canavese tra Dora Baltea e Stura di Lanzo	Nichel, Somma Pesticidi, Somma VOC
GWB-S3b	Pianura Torinese tra Stura di Lanzo, Po e Chisola	Cromo VI, Nichel, Nitrati, Somma Pesticidi, Somma VOC
GWB-S4a	Altopiano di Poirino in destra Banna – Rioverde	Cromo VI, Nitrati, Somma Pesticidi
GWB-S4b	Pianura Torinese tra Ricchiardo, Po e Banna – Rioverde	Cromo VI, Nitrati, Somma Pesticidi, Somma VOC
GWB-S5b	Pianura Pinerolese tra sistema Chisone-Pellice e Po	Nichel, Somma Pesticidi, Somma VOC
GWB-S6	Pianura Cuneese	Nichel, Nitrati, Somma Pesticidi, Somma VOC
GWB-S7	Pianura Cuneese in destra Stura di Demonte	Nitrati, Somma Pesticidi
GWB-S8	Pianura Alessandrina in sinistra Tanaro	Cromo VI, Nitrati, Somma Pesticidi
GWB-S9	Pianura Alessandrina in destra Tanaro	Cromo VI, Nitrati, Somma Pesticidi, Somma VOC
GWB-S10	Pianura Casalese	Nitrati, Somma Pesticidi, Somma VOC
GWB-FTO	Fondovalle Toce	Somma VOC
GWB-FS	Fondovalle Sesia	Somma VOC
GWB-FDR	Fondovalle Dora Riparia	Nichel, Somma VOC
GWB-FTA	Fondovalle Tanaro	Nichel, Nitrati, Somma VOC
GWB-P2	Pianura Torinese settentrionale	Cromo VI, Somma Pesticidi, Somma VOC

4. APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA

4.1. La base dati

La base dati è stata organizzata utilizzando i dati del Monitoraggio Regionale Acque Sotterranee relativi ai parametri selezionati per lo studio, determinati sulle stazioni appartenenti ai 16 GWB oggetto di studio. Il periodo scelto è quello che va dal 2009 al 2019, per un totale di 11 anni, in modo da avere serie con almeno 8 dati (come prescritto dalla MLG 161/2017) e per includere gli ultimi due sessenni di monitoraggio: 2009-2014 e 2014-2019.

Per ogni anno è stato considerato il dato medio di concentrazione del parametro derivante dalle due campagne di monitoraggio annuali (per attenuare il fenomeno della stagionalità). Quando la media annuale è risultata inferiore al limite di quantificazione del parametro è stata utilizzata la metà del LOQ (come previsto dalla metodologia utilizzata).

Gestione delle stazioni nuove

Le stazioni attive al 2019 ma inserite di recente nella rete di monitoraggio, e che per questo motivo non hanno un numero sufficiente di dati per calcolare il trend, non sono state considerate per il calcolo delle tendenze ascendenti ma solo come punto sulla mappa per indicare la presenza di una stazione di monitoraggio.

Gestione delle stazioni dismesse

Le stazioni che sono state dismesse prima dell'ultimo sessennio (2014-2019), e che pertanto non sono attive nel 2019, non vengono considerate né per i trend (non c'è un numero sufficiente di dati) né come punti sulla mappa finale.

Gestione dei dati mancanti

La determinazione dei parametri *Somma pesticidi* e *Somma VOC*, in base al programma di monitoraggio sessennale, non è prevista tutti gli anni per tutte le stazioni di monitoraggio. Quindi, per non rischiare di avere un numero di dati inferiore a 8 e di conseguenza escludere dalle elaborazioni successive la stazione di monitoraggio coinvolta, i dati mancanti sono stati gestiti nelle modalità seguenti:

- se negli anni precedenti all'anno in cui vi è il dato mancante tutti i valori sono pari a zero, il "non previsto" si pone anch'esso uguale a zero perché il parametro non è stato ricercato in quanto si presuppone che non sarebbe stato ritrovato in quella stazione (per assenza di pressioni e/o per dati pregressi).
- se invece negli anni precedenti all'anno in cui vi è il dato mancante c'è almeno un dato diverso da zero, il "non previsto" è considerato dato nullo, in quanto non si può porre il valore pari a zero, mancando le opportune informazioni.
- se i parametri non sono stati determinati a causa di problemi tecnici, rimangono dati nulli.

4.2. Verifica delle tendenze ascendenti

Condizioni per applicare la verifica di tendenza ascendente

La verifica di tendenza ascendente viene effettuata solo per le serie di dati che hanno un'estensione sufficiente, ovvero che siano costituite da almeno 8 medie annuali (criterio riportato anche nella Linea guida di riferimento in tabella 1, al paragrafo 3.3 "Valutazione della idoneità del dataset").

Se tale estensione minima è rispettata, si passa ad esaminare un'altra condizione, cioè se la serie di dati risulta costante (tutti i valori uguali) o quasi costante (un valore solo è differente dagli altri e i

rimanenti sono tutti uguali) negli anni. In questo caso la serie di dati è esonerata dalla verifica di tendenza, dal momento che si può escludere a priori l'esistenza di una tendenza crescente.

Verifica di tendenza ascendente per stazione di monitoraggio

Per ogni serie di dati, relativa ad un parametro misurato in una determinata stazione di monitoraggio, la quale rispetta le condizioni minime descritte in precedenza, si è proceduto alla verifica di un'eventuale presenza di trend crescente e significativo nel periodo di tempo considerato. Il test statistico utilizzato per la verifica di trend è quello riportato nella già citata Linea guida ISPRA 161/2017, ovvero il test non-parametrico di Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975).

Operativamente, il processo di verifica è stato suddiviso identificando alcuni passi elementari, ciascuno dei quali necessario alla verifica nel suo complesso, iniziando con il calcolo della variabile test S di Mann-Kendall. Solo le serie di dati con S positivo possono portare ad una tendenza crescente, e pertanto per ciascuna serie di dati con S negativa o pari a zero, si conclude che non c'è alcuna tendenza crescente. Per quelle con S positiva, invece, si considera che potrebbe esserci una tendenza crescente da confermare con la valutazione di significatività statistica.

La verifica di significatività viene effettuata calcolando il p -value del test ad una coda¹, non utilizzando l'approssimazione ad una distribuzione Normale, ma, essendo la numerosità del campione in esame piuttosto bassa, utilizzando i valori di probabilità della statistica S per $n < 40$ (Kendall, 1975; Hollander et al., 1973), riportati nelle tabelle A1 e A2 allegate alla Linea guida di riferimento.

Il p -value così determinato viene confrontato con la soglia di significatività statistica prevista che è posta pari a 0.10, come espressamente indicato nella Linea Guida citata. Se il valore di p -value non supera tale soglia allora si può ritenere che l'ipotesi di una tendenza crescente sia da accettare, e si conclude che per "quel" parametro in "quella" stazione di monitoraggio la tendenza crescente è significativa in senso statistico nel periodo considerato, con una confidenza di almeno il 90%.

Verifica della significatività ambientale delle tendenze ascendenti per stazione di monitoraggio

Qualora una serie relativa alla coppia parametro/stazione di monitoraggio abbia mostrato una tendenza significativa in senso statistico, occorre procedere a valutare se tale tendenza sia significativa anche in senso ambientale. In tal caso, per ciascuna stazione per la quale risulta una tendenza all'aumento di un inquinante significativa statisticamente, si determina la retta di Theil-Sen, che rappresenta la stima non parametrica della tendenza nel tempo, e pertanto poco sensibile ai valori outlier.

Si verifica quindi se il valore della concentrazione dell'inquinante (o dell'indicatore di inquinamento) predetto dalla linea di tendenza, supera il valore soglia o lo standard di qualità ambientale all'ultima scadenza sessennale del nuovo Piano di Gestione (anno 2027), come riporta in esempio la figura successiva (Figura 4.1).

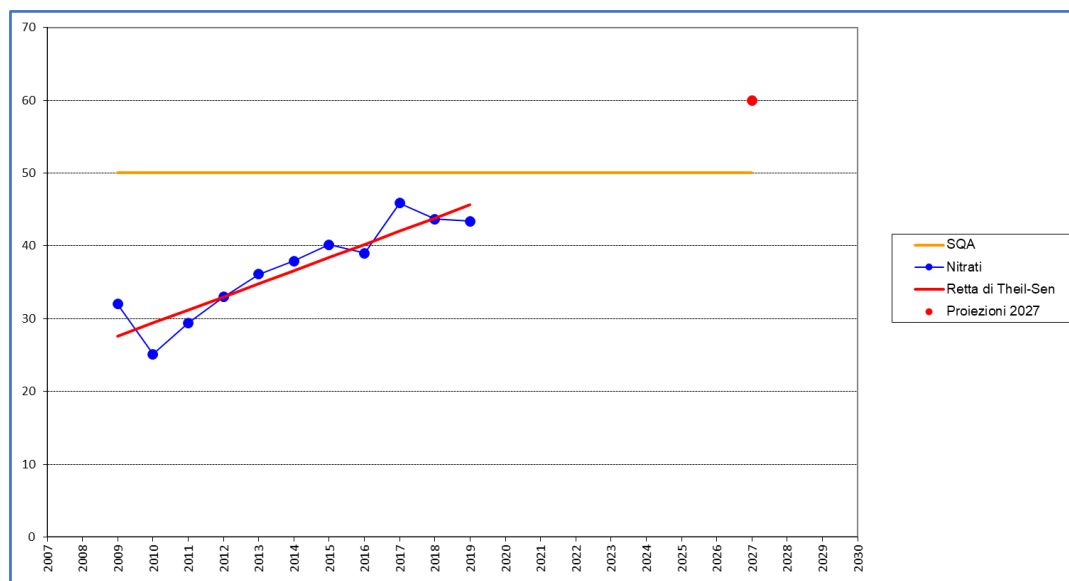
Le soglie ambientali considerate sono quelle indicate dalla Direttiva Quadro Acque e normative collegate:

- Cromo esavalente: $VS = 5 \mu\text{g/L}$ ad eccezione delle aree in cui sono stati individuati i Valori di Fondo Naturale (VFN), che hanno un loro Valore Soglia specifico;
- Nichel: $VS = 20 \mu\text{g/L}$ ad eccezione delle aree in cui sono stati individuati i Valori di Fondo Naturale (VFN), che hanno un loro Valore Soglia specifico;

¹ Nel caso di serie storiche si utilizza il test a una coda nel caso in cui si voglia verificare la presenza di una tendenza solo in una direzione (positiva o negativa).

- Nitrati: SQA = 50 mg/L
- Somma pesticidi: SQA = 0.5 µg/L
- Somma VOC: non è stata definita né a livello comunitario, né a livello nazionale, una soglia specifica per la Somma VOC, ma vi sono Valori Soglia per i singoli parametri che ne fanno parte. Nell'ambito del calcolo dell'impatto come definito per il nuovo piano di Gestione di Distretto del Po, viene considerato impatto presente nel caso in cui la somma sia maggiore di zero.

Figura 4.1 – Illustrazione grafica dell'andamento di un inquinante e relativa soglia (esempio)



Verifica di tendenza ascendente per corpo idrico sotterraneo

La tendenza ascendente per ciascun corpo idrico sotterraneo viene definita in analogia a quanto previsto per il calcolo dello stato chimico. Pertanto, come indicato dalla Linea Guida di riferimento, “un corpo idrico sarà dichiarato in stato di *tendenza significativa all’aumento dell’inquinamento dal punto di vista statistico* soltanto dove tali condizioni siano espresse in un insieme di stazioni di campionamento che rappresentino oltre il 20% dell'area (o del volume totale) del corpo idrico in esame”.

Si è quindi proceduto ad assegnare ad ogni stazione di monitoraggio, in base alla sua disposizione nello spazio, una certa percentuale di superficie dell'intero corpo idrico utilizzando i Poligoni di Voronoi. In seguito si è calcolata la superficie totale di stazioni con tendenza ascendente e verificato se superasse la soglia del 20%, nel qual caso il corpo idrico è dichiarato in stato di tendenza ascendente significativa.

Si è poi eseguita la medesima procedura anche per le proiezioni dei trend al 2027, verificando per quale stazione si prevede un superamento del valore soglia e ricomponendo le relative aree percentuali ad ottenere la superficie complessiva che si è poi confrontata con la soglia indicata.

5. RISULTATI PER STAZIONE IN CIASCUN CORPO IDRICO

In questo capitolo vengono presentati i risultati della valutazione delle tendenze ascendenti nelle stazioni di monitoraggio di ciascun corpo idrico sotterraneo. In ogni monografia del GWB sono presenti: l'esposizione sintetica dei risultati, la tabella riepilogativa e la cartografia tematica.

La cartografia tematica è basata sulla partizione del corpo idrico con i poligoni di Voronoi associati ai siti di monitoraggio. Per ciascun parametro esaminato, i poligoni vengono tematizzati in giallo se la stazione di monitoraggio prevede una tendenza crescente significativa, in rosso se tale tendenza, proiettata al 2027, porta al superamento della specifica soglia di qualità ambientale. Tutti i siti di monitoraggio per i quali non si verifica una tendenza ascendente significativa nel periodo selezionato, oltre a quelli per i quali non si è potuto procedere con la verifica, vedono i rispettivi poligoni rimanere trasparenti.

La tabella riassuntiva mostra, per tutte e sole le stazioni che presentano tendenza ascendente significativa nel periodo selezionato, alcune informazioni sintetiche, come l'esito del test statistico di verifica (in termini di p-value), la pendenza della retta stimata di tendenza crescente, il valore calcolato con tale retta come proiezione al 2027 e l'eventuale superamento del valore soglia previsto per quel parametro in quella stazione di monitoraggio.

Sono stati anche prodotti i grafici relativi all'andamento nel tempo dei parametri considerati e sono stati riportati nell'**Allegato 1** i più rilevanti: quelli che mostrano un superamento del valore soglia nel 2027 o per i quali, pur non superandolo, la proiezione risulta molto prossima a tale valore, oppure ancora quelli che non hanno soglia (Somma VOC).

5.1. GWB S1 - Pianura Novarese, Biellese e Vercellese

Per GWB-S1 sono stati verificati i parametri Nichel, Nitrati e Somma pesticidi.

Nelle stazioni di monitoraggio si sono riscontrate tendenze ascendenti per Nichel, Nitrati e Somma Pesticidi, illustrate nella tabella e nelle figure seguenti, dalle quali si evince che:

- per il Nichel vi sono alcune stazioni di monitoraggio che presentano tendenze significativamente ascendenti, due delle quali prevedono il superamento del valore soglia (77.2 µg/L, VFN) al 2027;
- per i Nitrati vi sono molte stazioni di monitoraggio che presentano tendenze significativamente ascendenti, ma non prevedono il superamento della soglia (50 mg/L) al 2027;
- per la Somma pesticidi vi sono numerose stazioni di monitoraggio che presentano tendenze significativamente ascendenti, delle quali molte prevedono anche il superamento della soglia (0.5 µg/L) al 2027.

Nell'intero corpo idrico si riscontrano tendenze ascendenti, che superano il 20% della superficie dello stesso (dopo aver ricomposto i poligoni di Voronoi), relativamente al parametro Somma pesticidi, mentre per il parametro Nitrati la percentuale si avvicina molto alla soglia ma non la supera (vedi Tabella 6.1).

Tabella 5.1 – Parametri e stazioni con trend crescente in GWB-S1

Parametro	Stazione	Trend crescente (p value)	Pendenza retta trend	Previsione al 2027	Supero soglia
NICHEL	00201710001	SI (p=0.037)	0.10	4.4 µg/L	NO (20 µg/L)
NICHEL	00202110001	SI (p = 0.043)	0.13	6.7 µg/L	NO (20 µg/L)
NICHEL	00205400003	SI (p = 0.043)	0.95	66.6 µg/L	NO (77.2 µg/L)
NICHEL	00207010001	SI (p = 0.030)	5.6	131.9 µg/L	SI (77.2 µg/L)
NICHEL	00207100006	SI (p = 0.052)	0.3	10.2 µg/L	NO (77.2 µg/L)
NICHEL	00209300003	SI (p = 0.066)	0.21	6.7 µg/L	NO (77.2 µg/L)
NICHEL	00210800003	SI (p = 0.005)	2.0	62.0 µg/L	NO (77.2 µg/L)
NICHEL	00215800016	SI (p = 0.003)	3.97	80.6 µg/L	SI (77.2 µg/L)
NICHEL	09607900002	SI (p = 0.003)	1.56	50.8 µg/L	NO (77.2 µg/L)
NITRATI	00202110001	SI (p = 0.071)	0.17	7.5 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	00203200005	SI (p = 0.043)	0.29	8.1 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	00203210001	SI (p = 0.0009)	1.98	40.4 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	00206210001	SI (p = 0.052)	0.86	25.6 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	00207010001	SI (p = 0.003)	0.3	5.9 mg/L	NO (50 mg/L)

Parametro	Stazione	Trend crescente (p value)	Pendenza retta trend	Previsione al 2027	Supero soglia
NITRATI	00207100004	SI (p = 0.020)	0.5	37.7 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	00212210001	SI (p = 0.043)	0.04	1.9 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	00212700003	SI (p = 0.071)	0.114	4.2 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	00301600003	SI (p = 0.0005)	0.642	28.7 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	00302600002	SI (p = 0.082)	0.08	7.9 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	00302700002	SI (p = 0.007)	0.32	12.0 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	00303600001	SI (p = 0.017)	0.588	15.2 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	00307700003	SI (p = 0.033)	0.1	2.4 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	00310610001	SI (p = 0.060)	0.8	44.4 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	00310800002	SI (p = 0.013)	0.42	24.0 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	00601100002	SI (p = 0.082)	0.09	2.7 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	00601100003	SI (p = 0.060)	0.22	5.2 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	09602010001	SI (p = 0.013)	0.19	5.2 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	09603510001	SI (p = 0.017)	0.15	3.9 mg/L	NO (50 mg/L)
SOMMA PESTICIDI	00201710001	SI (p = 0.096)	0.003	0.06 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00204700005	SI (p = 0.003)	0.0525	0.98 µg/L	SI (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00205400003	SI (p = 0.011)	0.0466	1.07 µg/L	SI (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00205810001	SI (p = 0.013)	0.115	1.95 µg/L	SI (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00207010001	SI (p = 0.004)	0.0375	0.69 µg/L	SI (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00210800003	SI (p = 0.011)	0.05	0.80 µg/L	SI (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00212700003	SI (p = 0.082)	0.000	0.00 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00215800016	SI (p = 0.017)	0.055	1.17 µg/L	SI (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00301600003	SI (p = 0.060)	0.0025	0.04 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00302700002	SI (p = 0.071)	0	0.00 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00304110001	SI (p = 0.037)	0.012857	0.23 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00306900003	SI (p = 0.005)	0.003	0.05 µg/L	NO (0.5 µg/L)

Parametro	Stazione	Trend crescente (p value)	Pendenza retta trend	Previsione al 2027	Supero soglia
SOMMA PESTICIDI	00306900004	SI (p = 0.0003)	0.0194	0.38 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00307710001	SI (p = 0.052)	0.051	0.90 µg/L	SI (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00310800002	SI (p = 0.030)	0.002143	0.04 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00315810001	SI (p = 0.052)	0.035	0.66 µg/L	SI (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00601100003	SI (p = 0.013)	0.099167	1.9 µg/L	SI (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00603900008	SI (p = 0.060)	0.002929	0.05 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	09603110001	SI (p = 0.082)	0.077	1.53 µg/L	SI (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	09607900002	SI (p = 0.025)	0.05	0.90 µg/L	SI (0.5 µg/L)

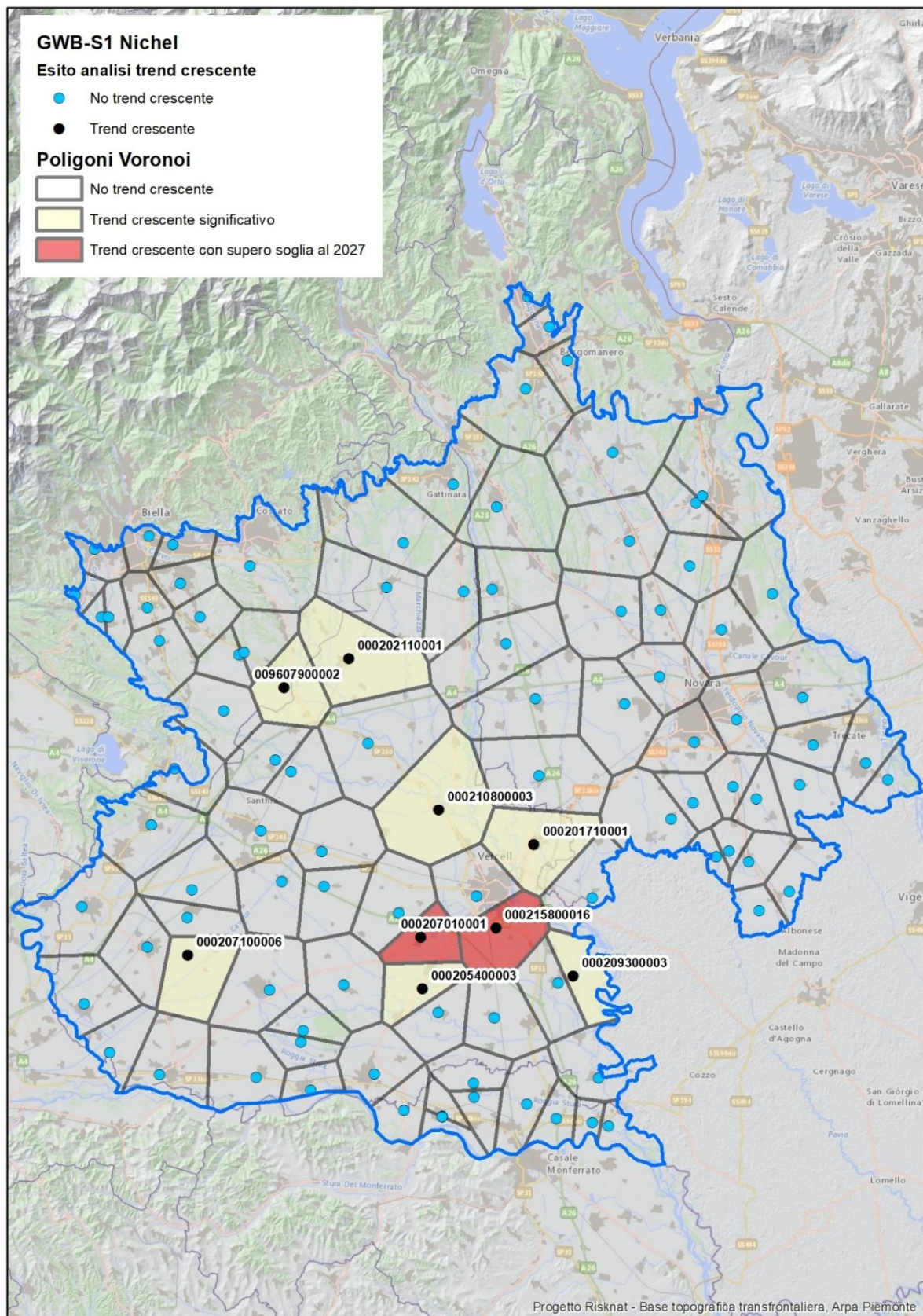


Figura 5.1 – Tendenze ascendenti per il Nichel in GWB-S1

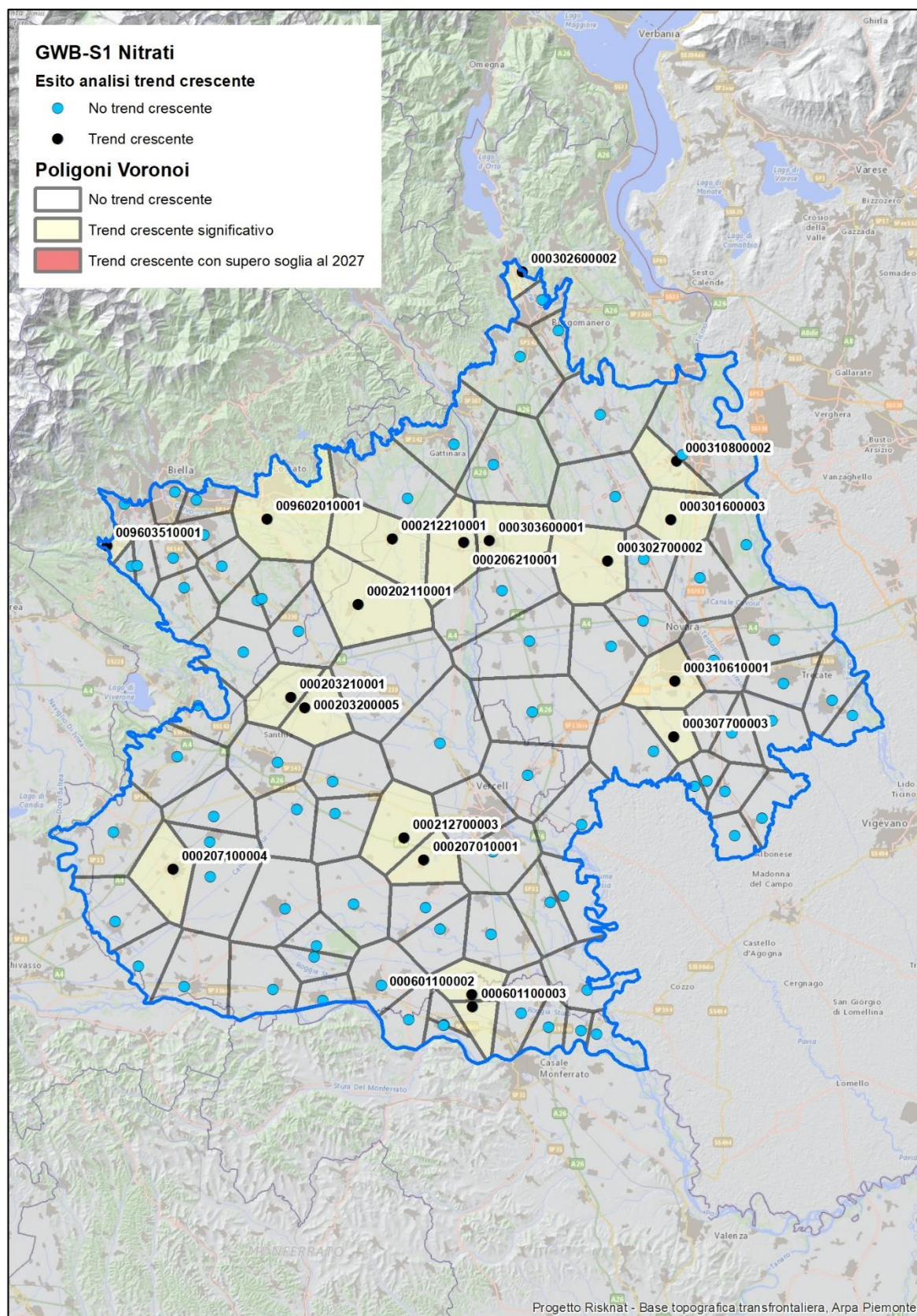


Figura 5.2 – Tendenze ascendenti per i Nitrati in GWB-S1

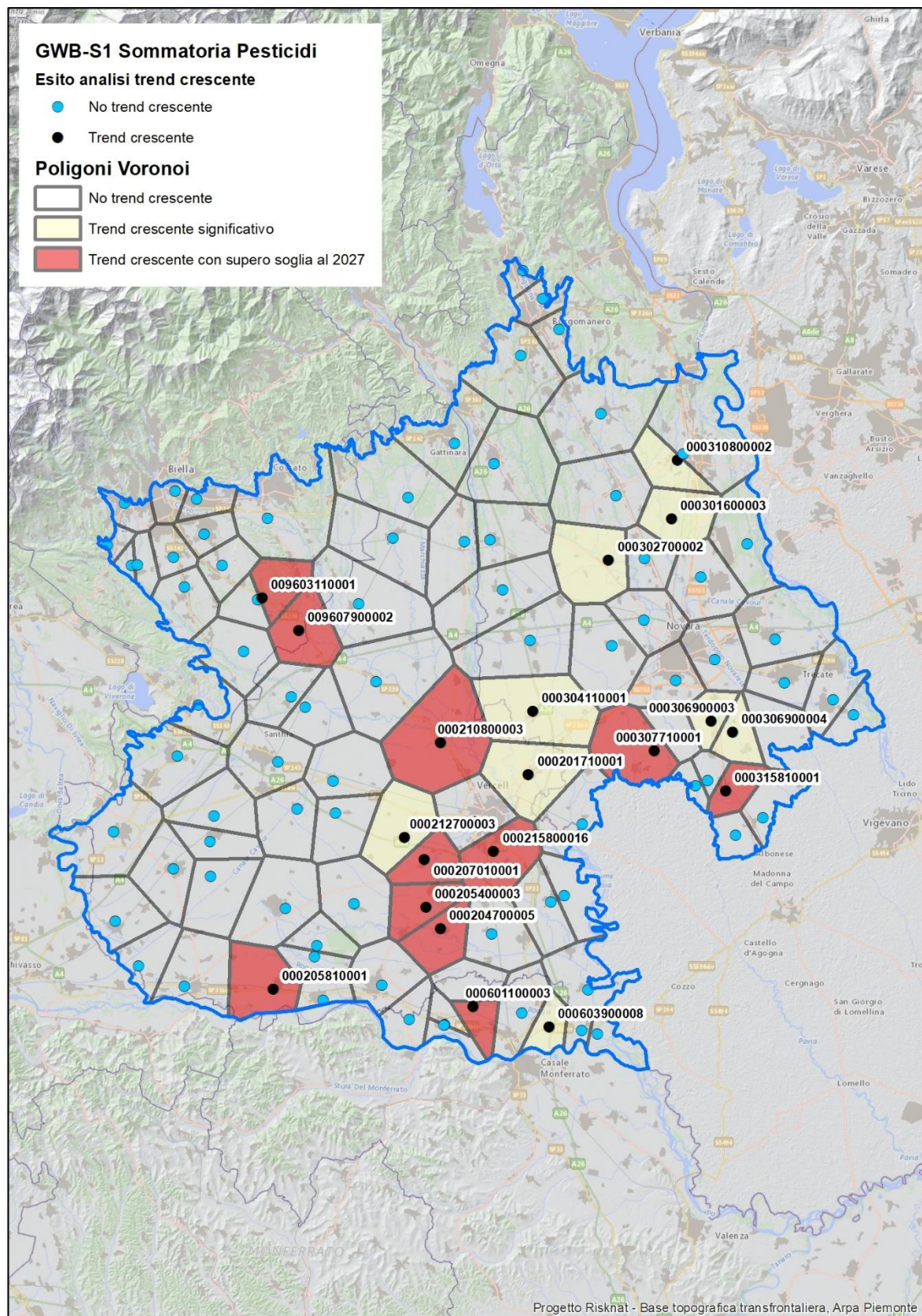


Figura 5.3 – Tendenze ascendenti per la Somma Pesticidi in GWB-S1

5.2. GWB-S3a - Pianura Torinese e Canavese tra Dora Baltea e Stura di Lanzo

Per il GWB-S3a sono stati verificati i parametri Nichel, Somma pesticidi e Somma VOC.

Nelle stazioni di monitoraggio si sono riscontrate tendenze ascendenti soltanto per Somma Pesticidi, illustrate nella tabella e nella figura seguente, dalle quali si evince che vi sono due stazioni di monitoraggio che presentano tendenze significativamente ascendenti, ma che non prevedono il superamento della soglia (0.5 µg/L) al 2027.

Nell'intero corpo idrico non si riscontrano tendenze ascendenti che superino il 20% della superficie dello stesso (dopo aver ricomposto i poligoni di Voronoi), per nessun parametro (vedi Tabella 6.1).

Tabella 5.2 – Parametri e stazioni con trend crescente in GWB-S3a

Parametro	Stazione	Trend crescente (p value)	Pendenza retta trend	Previsione al 2027	Supero soglia
SOMMA PESTICIDI	00100100001	SI ($p = 0.001$)	0.03	0.48 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00121710001	SI ($p = 0.096$)	0.005	0.11 µg/L	NO (0.5 µg/L)

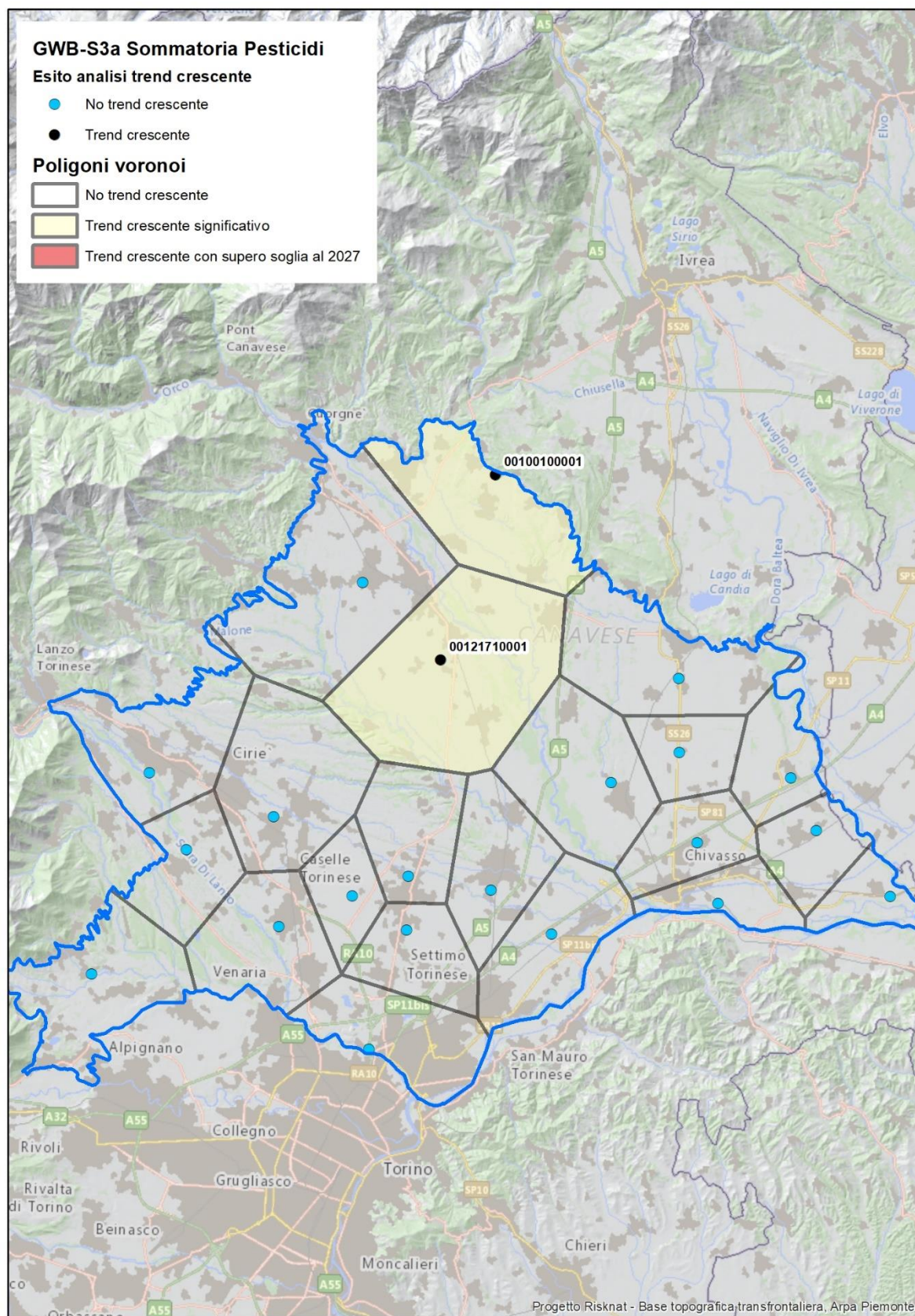


Figura 5.4 – Tendenze ascendenti per la Somma Pesticidi in GWB-S3a

5.3. GWB-S3b - Pianura Torinese tra Stura di Lanzo, Po e Chisola

Per GWB-S3b sono stati verificati tutti i parametri considerati in questo studio.

Nelle stazioni di monitoraggio si sono riscontrate tendenze ascendenti per Nitrati e Somma Pesticidi, illustrate nella tabella e nelle figure seguenti, dalle quali si evince che:

- per i Nitrati vi sono due stazioni di monitoraggio che presentano tendenze significativamente ascendenti, ma non prevedono il superamento della soglia (50 mg/L) al 2027.
- per la Somma pesticidi vi sono due stazioni di monitoraggio che presentano tendenze significativamente ascendenti, ma non prevedono il superamento della soglia (0.5 µg/L) al 2027.

Nell'intero corpo idrico si riscontrano tendenze ascendenti, che superano il 20% della superficie dello stesso (dopo aver ricomposto i poligoni di Voronoi), relativamente al parametro Somma pesticidi, mentre per il parametro Nitrati la percentuale si avvicina molto alla soglia ma non la supera (vedi Tabella 6.1).

Tabella 5.3 – Parametri e stazioni con trend crescente in GWB-S3b

Parametro	Stazione	Trend crescente (p value)	Pendenza retta trend	Previsione al 2027	Supero soglia
NITRATI	00121900003	SI (p = 0.02)	0.65	46.1 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	00127210001	SI (p = 0.06)	0.37	34.5 mg/L	NO (50 mg/L)
SOMMA PESTICIDI	00105110001	SI (p = 0.05)	0.01	0.15 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00129210001	SI (p = 0.096)	0.000	0.00 µg/L	NO (0.5 µg/L)

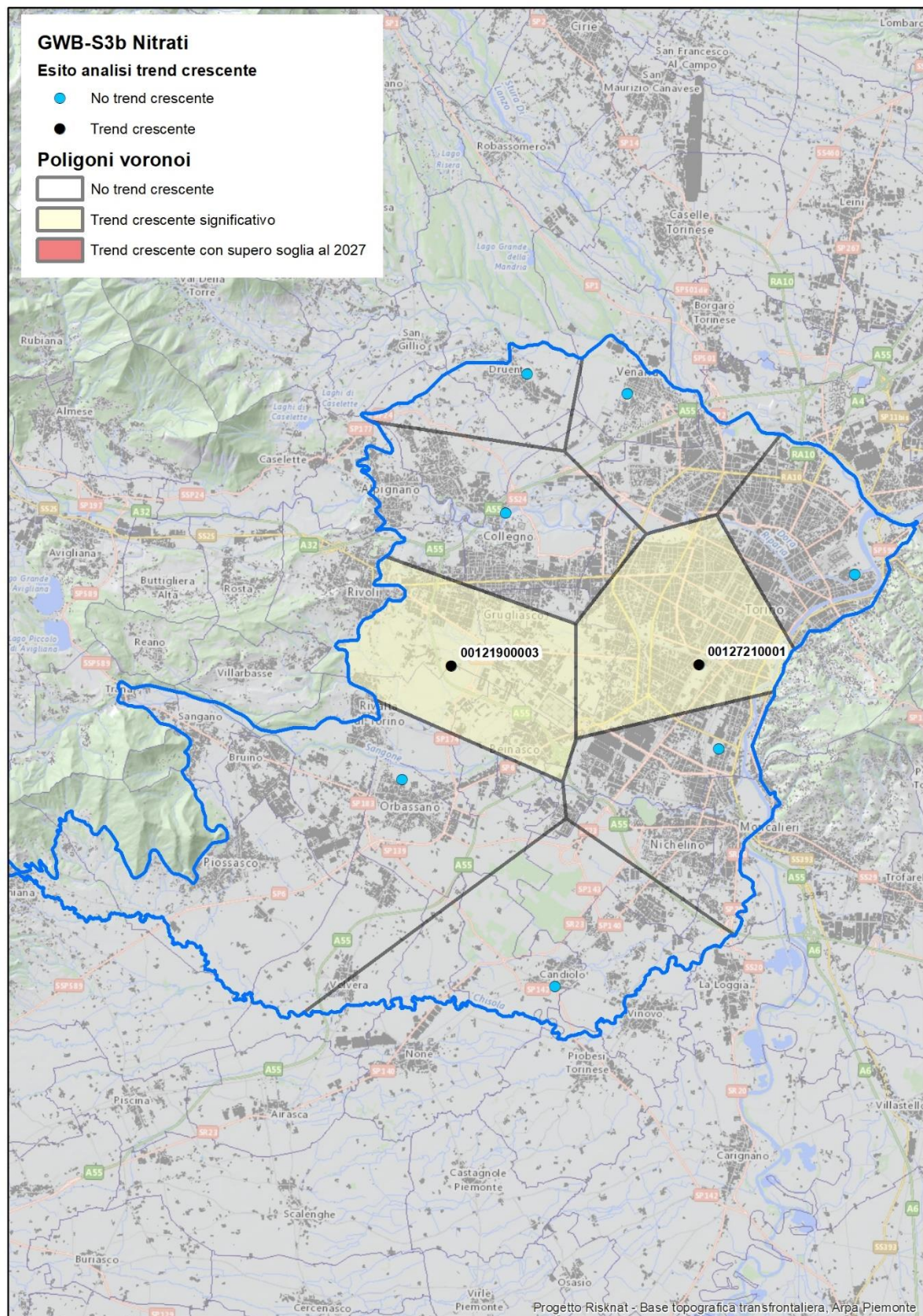


Figura 5.5 – Tendenze ascendenti per i Nitrati nel GWB-S3b

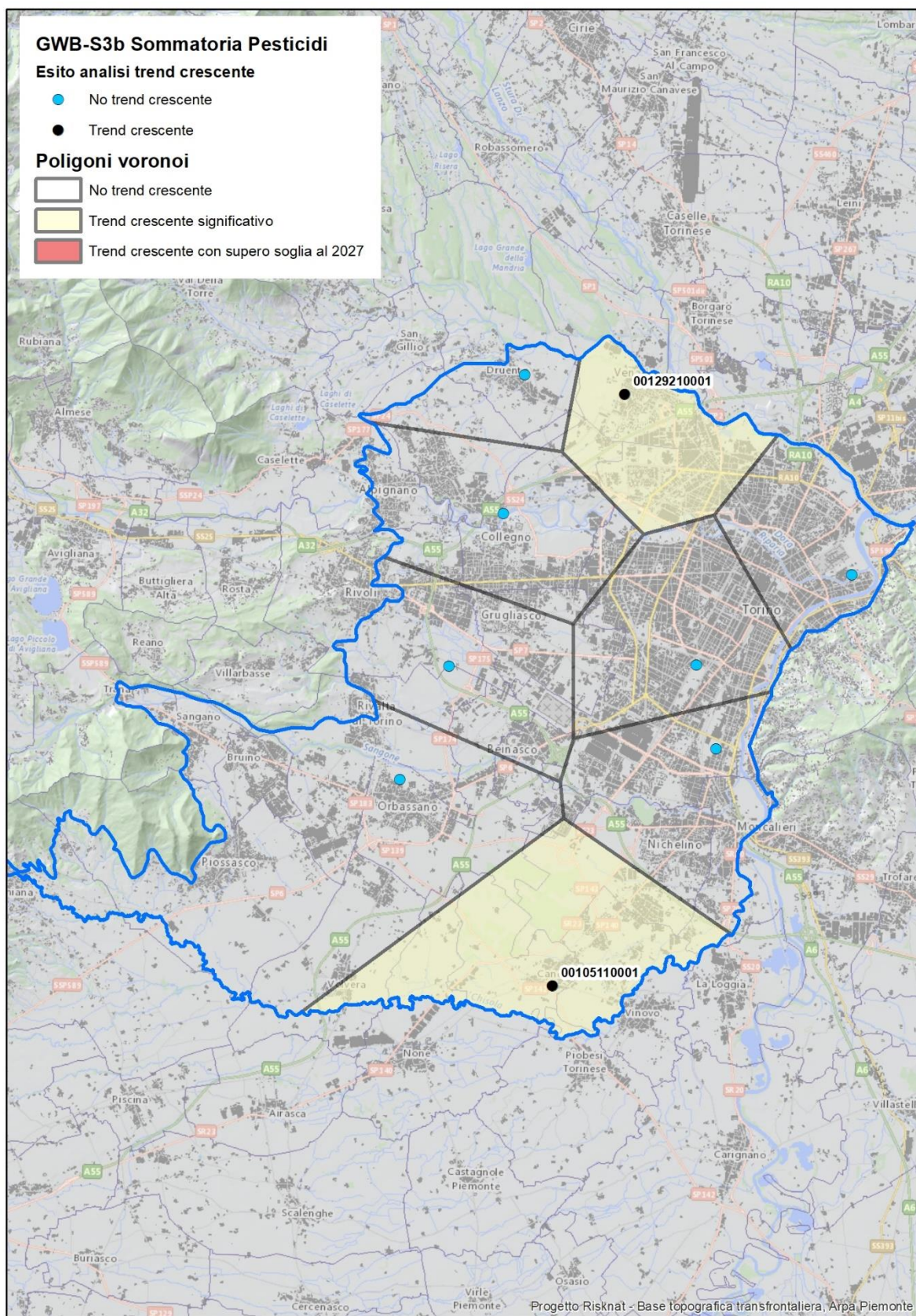


Figura 5.6 – Tendenze ascendenti per Somma Pesticidi nel GWB-S3b

5.4. GWB-S4a - Altopiano di Poirino in destra Banna – Rioverde

Per GWB-S4a sono stati verificati i parametri Cromo VI, Nitrati e Somma pesticidi.

Nelle stazioni di monitoraggio si sono riscontrate tendenze ascendenti per Nitrati e Somma Pesticidi, illustrate nella tabella e nelle figure seguenti, dalle quali si evince che:

- per i Nitrati c'è una stazione di monitoraggio che presenta tendenza significativamente ascendente e prevede anche il superamento della soglia (50 mg/L) al 2027;
- per la Somma pesticidi c'è una stazione di monitoraggio che presenta tendenza significativamente ascendente, ma non prevede il superamento della soglia (0.5 µg/L) al 2027.

Nell'intero corpo idrico non si riscontrano tendenze ascendenti, tali da superare il 20% della superficie dello stesso (dopo aver ricomposto i poligoni di Voronoi), per nessun parametro (vedi Tabella 6.1).

Tabella 5.4 – Parametri e stazioni con trend crescente in GWB-S4a

Parametro	Stazione	Trend crescente (p value)	Pendenza retta trend	Previsione al 2027	Supero soglia
NITRATI	00511800076	SI (p = 0.09)	1.4196	72.8 mg/L	SI (50 mg/L)
SOMMA PESTICIDI	00119710001	SI (p = 0.093)	0.005	0.09µg/L	NO (0.5 µg/L)

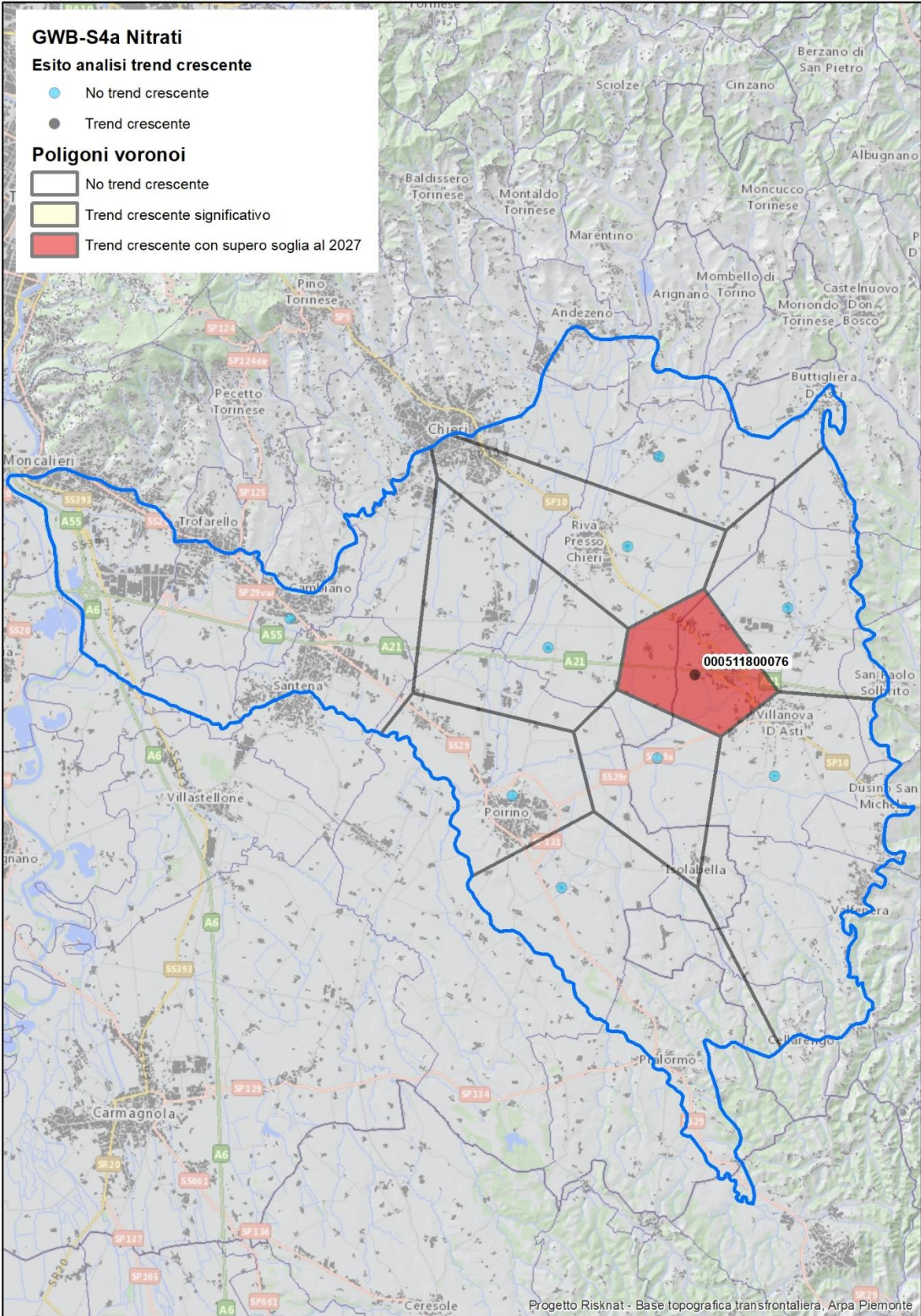


Figura 5.7 – Tendenze ascendenti per i Nitrati nel GWB-S4a

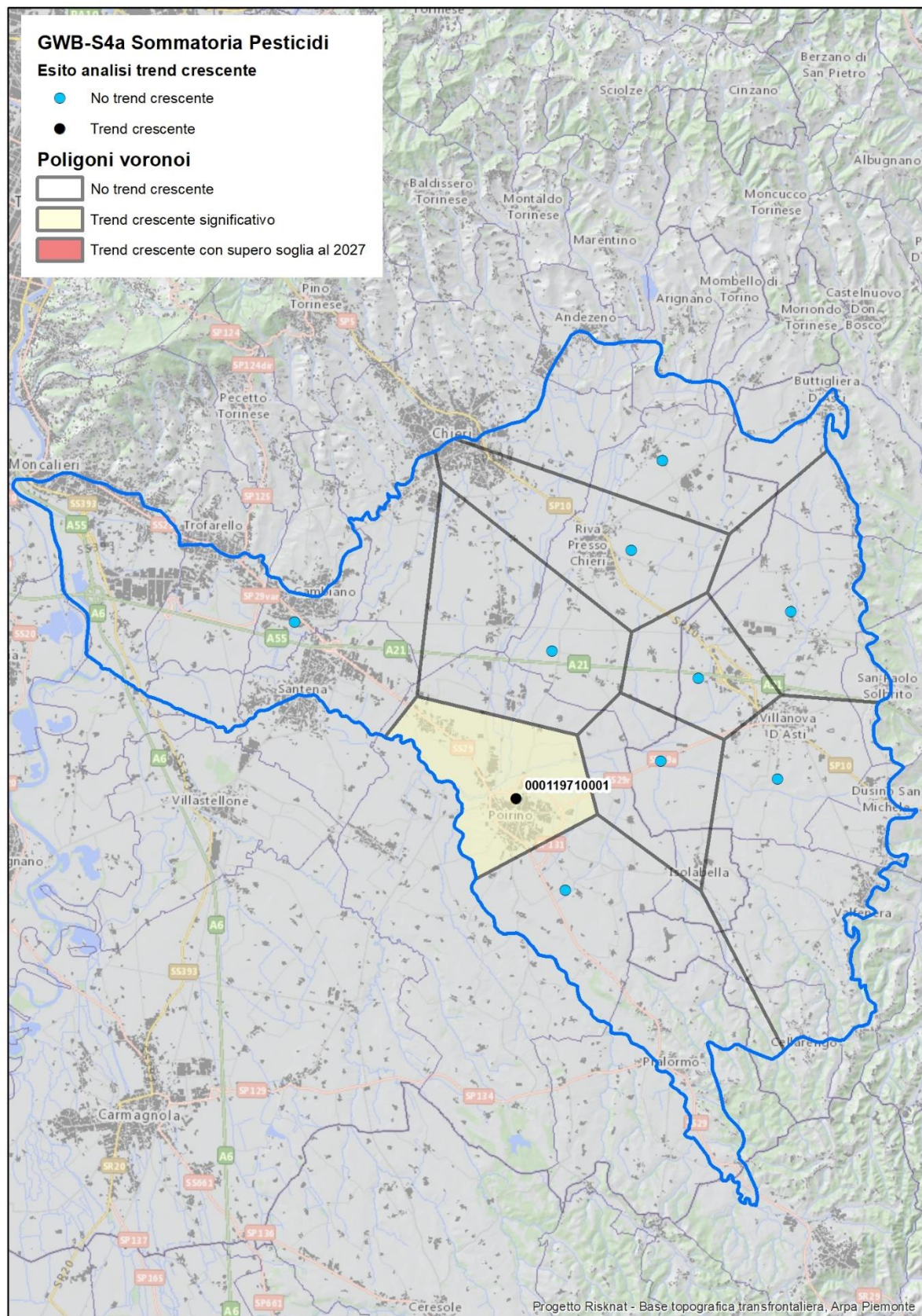


Figura 5.8 – Tendenze ascendenti per Somma Pesticidi nel GWB-S4a

5.5. GWB-S4b - Pianura Torinese tra Ricchiardo, Po e Banna – Rioverde

Per GWB-S4b sono stati verificati i parametri Cromo VI, Nitrati, Somma pesticidi e Somma VOC. Nelle stazioni di monitoraggio si sono riscontrate tendenze ascendenti per Nitrati, illustrate nella tabella e nella figura seguente, dalle quali si evince che vi è una sola stazione di monitoraggio che presenta una tendenza significativamente ascendente, ma non prevede il superamento della soglia (50 mg/L) al 2027.

Nell'intero corpo idrico si riscontrano tendenze ascendenti, che superano il 20% della superficie dello stesso (dopo aver ricomposto i poligoni di Voronoi), relativamente al parametro Nitrati (vedi Tabella 6.1).

Tabella 5.5 – Parametri e stazioni con trend crescente in GWB-S4b

Parametro	Stazione	Trend crescente (p value)	Pendenza retta trend	Previsione al 2027	Supero soglia
NITRATI	00125700004	SI (p = 0.043)	0.075	1.8 mg/L	NO (50 mg/L)

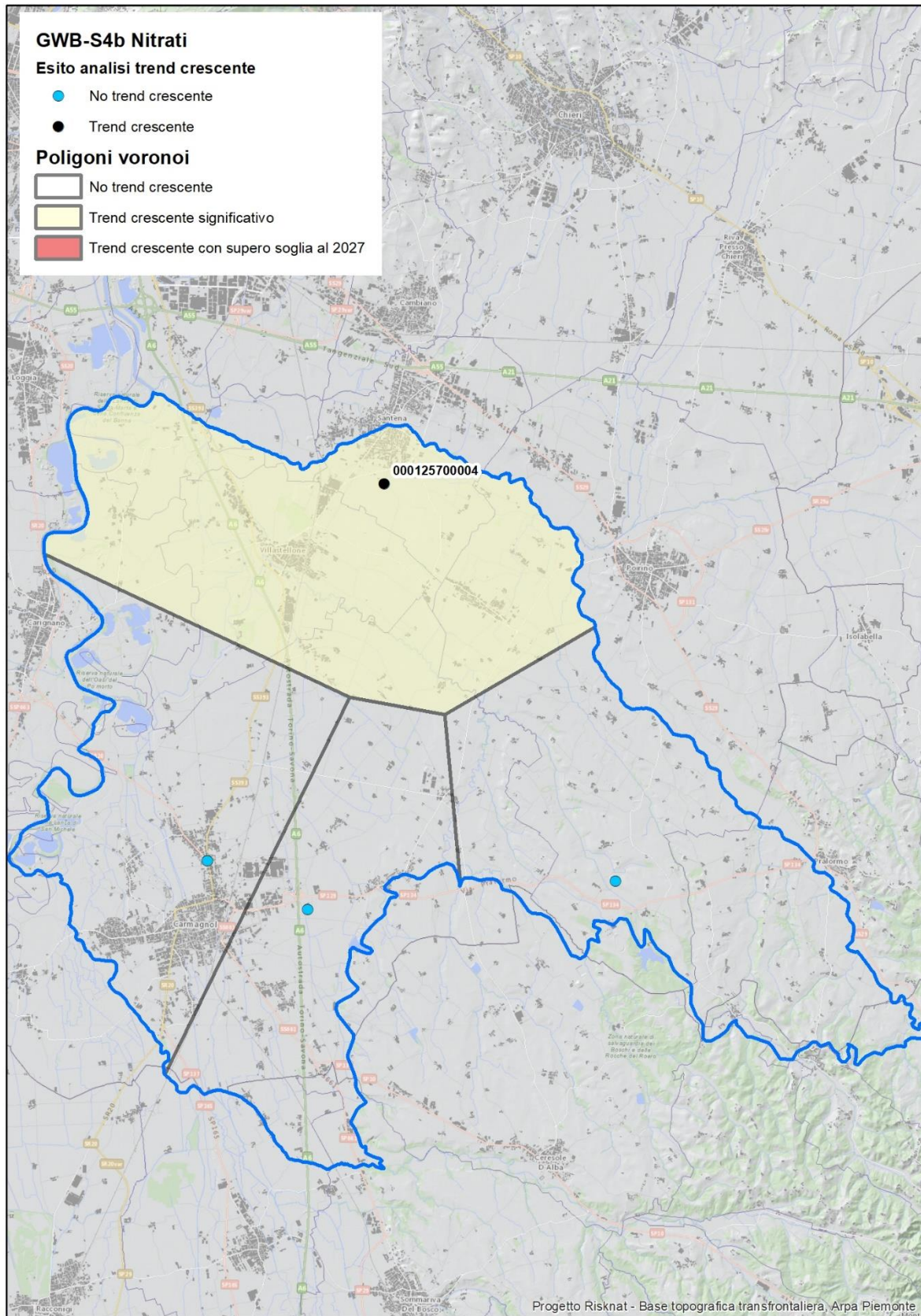


Figura 5.9 – Tendenze ascendenti per i Nitrati nel GWB-S4b

5.6. GWB-S5b - Pianura Pinerolese tra sistema Chisone-Pellice e Po

Per GWB-S5b sono stati verificati i parametri Nichel, Somma pesticidi e Somma VOC.

Nelle stazioni di monitoraggio si sono riscontrate tendenze ascendenti per Somma Pesticidi e Somma VOC, illustrate nella tabella e nelle figure seguenti, dalle quali si evince che:

- per la Somma pesticidi vi sono due stazioni di monitoraggio che presentano tendenze significativamente ascendenti, delle quali nessuna prevede il superamento della soglia (0.5 µg/L) al 2027.
- Per la Somma VOC vi è una stazione di monitoraggio che presenta una tendenza significativamente ascendente.

Nell'intero corpo idrico non si riscontrano tendenze ascendenti, che superino il 20% della superficie dello stesso (dopo aver ricomposto i poligoni di Voronoi), relativamente ad alcun parametro (vedi Tabella 6.1).

Tabella 5.6 – Parametri e stazioni con trend crescente in GWB-S5b

Parametro	Stazione	Trend crescente (p value)	Pendenza retta trend	Previsione al 2027	Supero soglia
SOMMA PESTICIDI	00103510001	SI (p = 0.024)	0.0025	0.042 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00107010001	SI (p = 0.038)	0.0035	0.063 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA VOC	00401210001	SI (p = 0.089)	0.0047	0.080 µg/L	N.A.

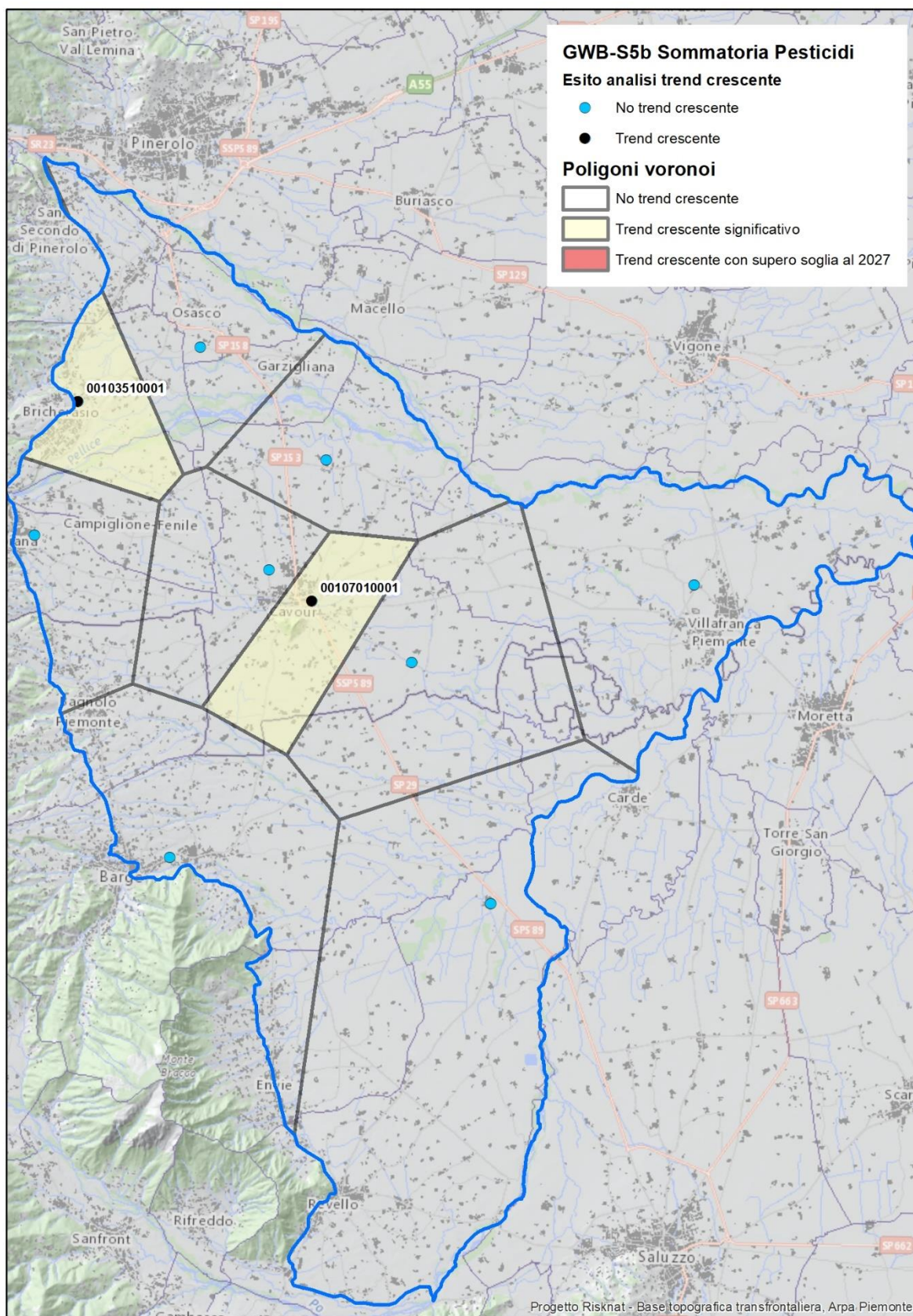


Figura 5.10 – Tendenze ascendenti per Somma Pesticidi nel GWB-S5b

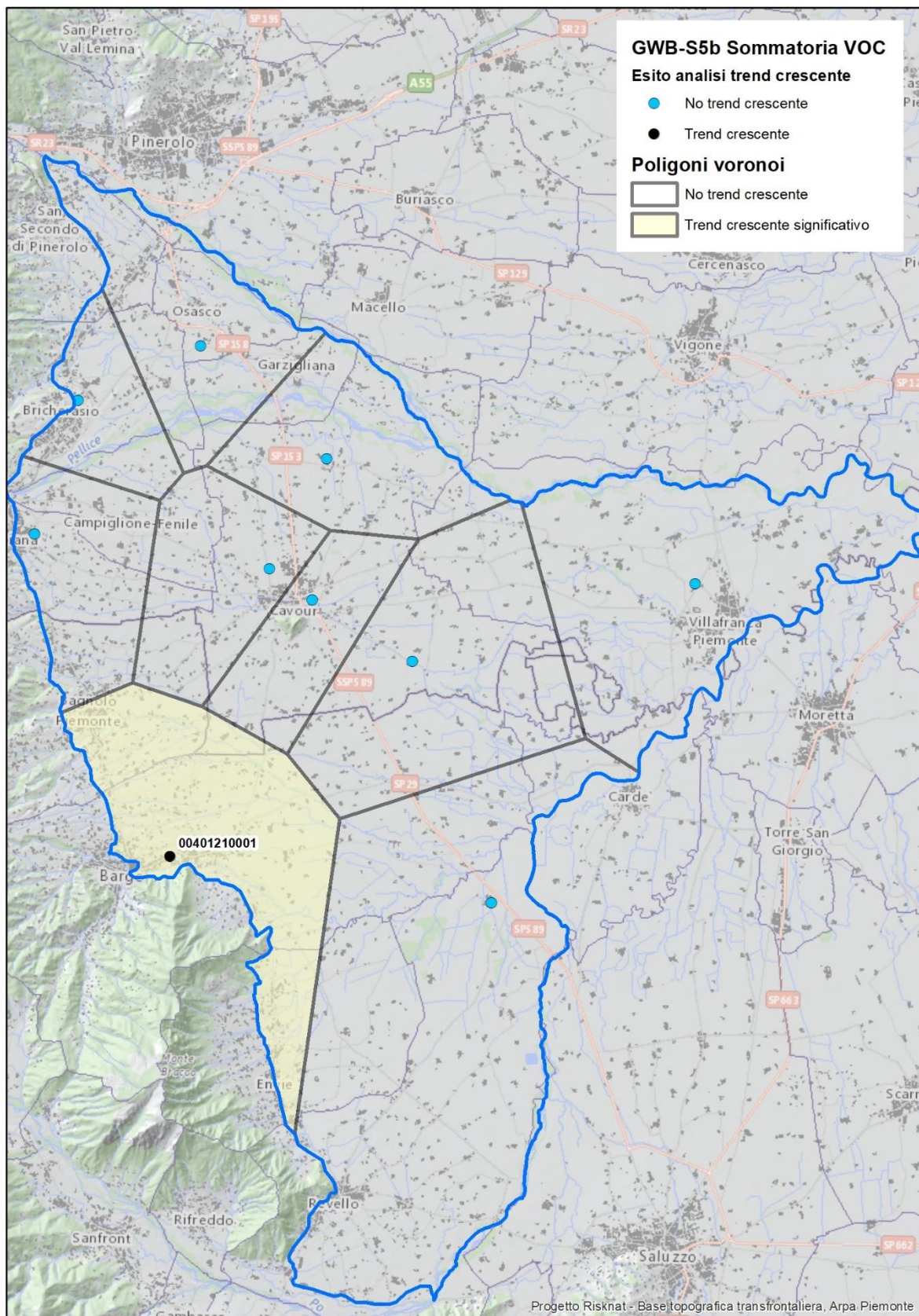


Figura 5.11 – Tendenze ascendenti per Somma VOC nel GWB-S5b

5.7. GWB-S6 - Pianura Cuneese

Per GWB-S6 sono stati verificati i parametri Nichel, Nitrati, Somma pesticidi e Somma VOC.

Nelle stazioni di monitoraggio si sono riscontrate tendenze ascendenti per Nitrati e Somma pesticidi, illustrate nella tabella e nelle figure seguenti, dalle quali si evince che:

- per i Nitrati vi sono cinque stazioni di monitoraggio che presentano tendenze significativamente ascendenti, delle quali tre prevedono il superamento della soglia (50 mg/L) al 2027;
- per la Somma pesticidi vi sono numerose stazioni di monitoraggio che presentano tendenze significativamente ascendenti, delle quali nessuna prevede anche il superamento della soglia (0.5 µg/L) al 2027.

Nell'intero corpo idrico non si riscontrano tendenze ascendenti che superino il 20% della superficie dello stesso (dopo aver ricomposto i poligoni di Voronoi), tuttavia sia per il parametro Somma pesticidi che per il parametro Nitrati, la percentuale si avvicina molto alla soglia (vedi Tabella 6.1).

Tabella 5.7 – Parametri e stazioni con trend crescente in GWB-S6

Parametro	Stazione	Trend crescente (p value)	Pendenza retta trend	Previsione al 2027	Supero soglia
NITRATI	00404110001	SI (p = 0.013)	1.70	75.05 mg/L	SI (50 mg/L)
NITRATI	00405900008	SI (p = 0.070)	0.33	39.33 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	00406700001	SI (p = 0.00054)	3.15	106.05 mg/L	SI (50 mg/L)
NITRATI	00408900009	SI (p = 0.023)	2.75	87.65 mg/L	SI (50 mg/L)
NITRATI	00410400002	SI (p = 0.004)	1.25	34.15 mg/L	NO (50 mg/L)
SOMMA PESTICIDI	00405900008	SI (p = 0.043)	0.0094	0.169 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00407810001	SI (p = 0.020)	0.0131	0.210 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00408900002	SI (p = 0.082)	0.0083	0.143 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00408910002	SI (p = 0.082)	0.0167	0.301 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00409600003	SI (p = 0.082)	0.0075	0.134 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00412800001	SI (p = 0.078)	0.0050	0.095 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00420300003	SI (p = 0.054)	0.0013	0.022 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00421500001	SI (p = 0.071)	0.0115	0.229 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00425000001	SI (p = 0.016)	0.0124	0.208 µg/L	NO (0.5 µg/L)

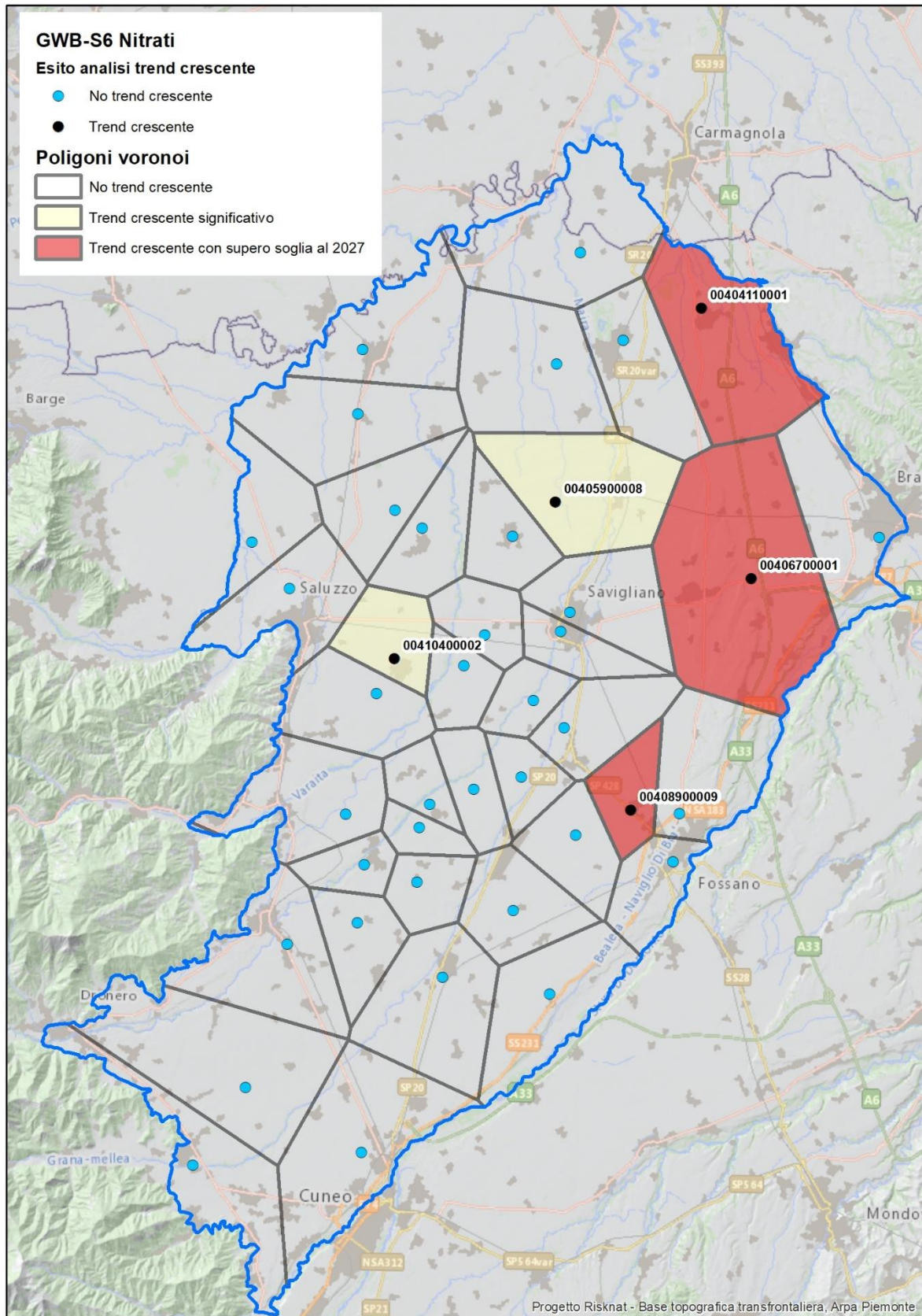


Figura 5.12 – Tendenze ascendenti per Nitrati nel GWB-S6

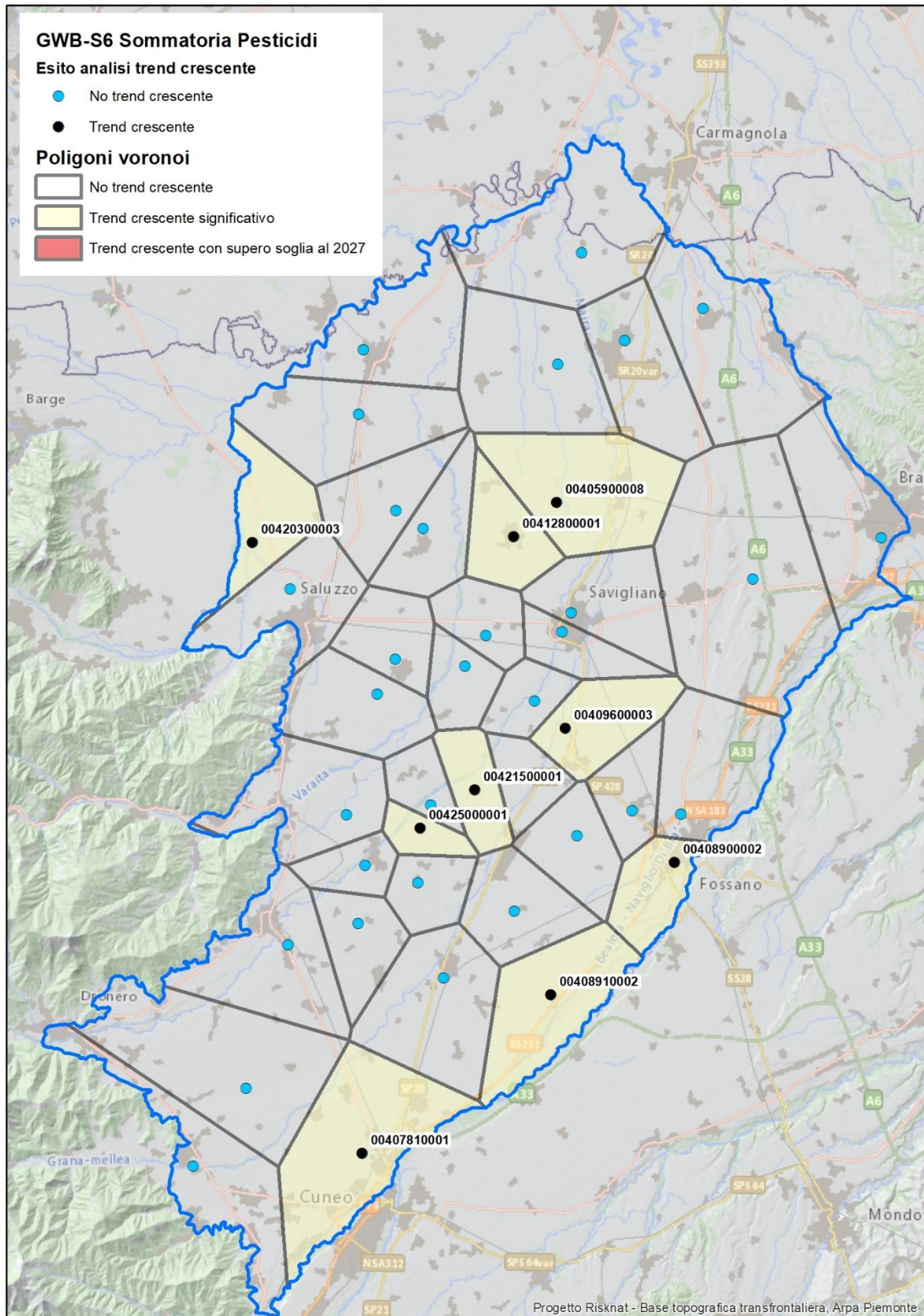


Figura 5.13 – Tendenze ascendenti per Somma Pesticidi nel GWB-S6

5.8. GWB-S7 - Pianura Cuneese in destra Stura di Demonte

Per GWB-S7 sono stati verificati i parametri Nitrati e Somma pesticidi.

Nelle stazioni di monitoraggio si sono riscontrate tendenze ascendenti per Nitrati e Somma Pesticidi, illustrate nella tabella e nelle figure seguenti, dalle quali si evince che:

- per i Nitrati vi sono due stazioni di monitoraggio che presentano tendenze significativamente ascendenti, delle quali una prevede il superamento della soglia (50 mg/L) al 2027;
- per la Somma pesticidi vi sono alcune stazioni di monitoraggio che presentano tendenze significativamente ascendenti, delle quali nessuna prevede il superamento della soglia (0.5 µg/L) al 2027.

Nell'intero corpo idrico non si riscontrano tendenze ascendenti che superino il 20% della superficie dello stesso (dopo aver ricomposto i poligoni di Voronoi), per nessun parametro (vedi Tabella 6.1).

Tabella 5.8 – Parametri e stazioni con trend crescente in GWB-S7

Parametro	Stazione	Trend crescente (p value)	Pendenza retta trend	Previsione al 2027	Supero soglia
NITRATI	00410700002	SI (p = 0.025)	0.62	23.0 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	00418900002	SI (p = 0.00054)	4.46	80.58 mg/L	SI (50 mg/L)
SOMMA PESTICIDI	00407800001	SI (p = 0.012)	0.0036	0.059 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00411800004	SI (p = 0.030)	0.0043	0.073 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00411800005	SI (p = 0.075)	0.0010	0.017 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00413600002	SI (p = 0.060)	0.0086	0.154 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00418900005	SI (p = 0.049)	0.0013	0.022 µg/L	NO (0.5 µg/L)

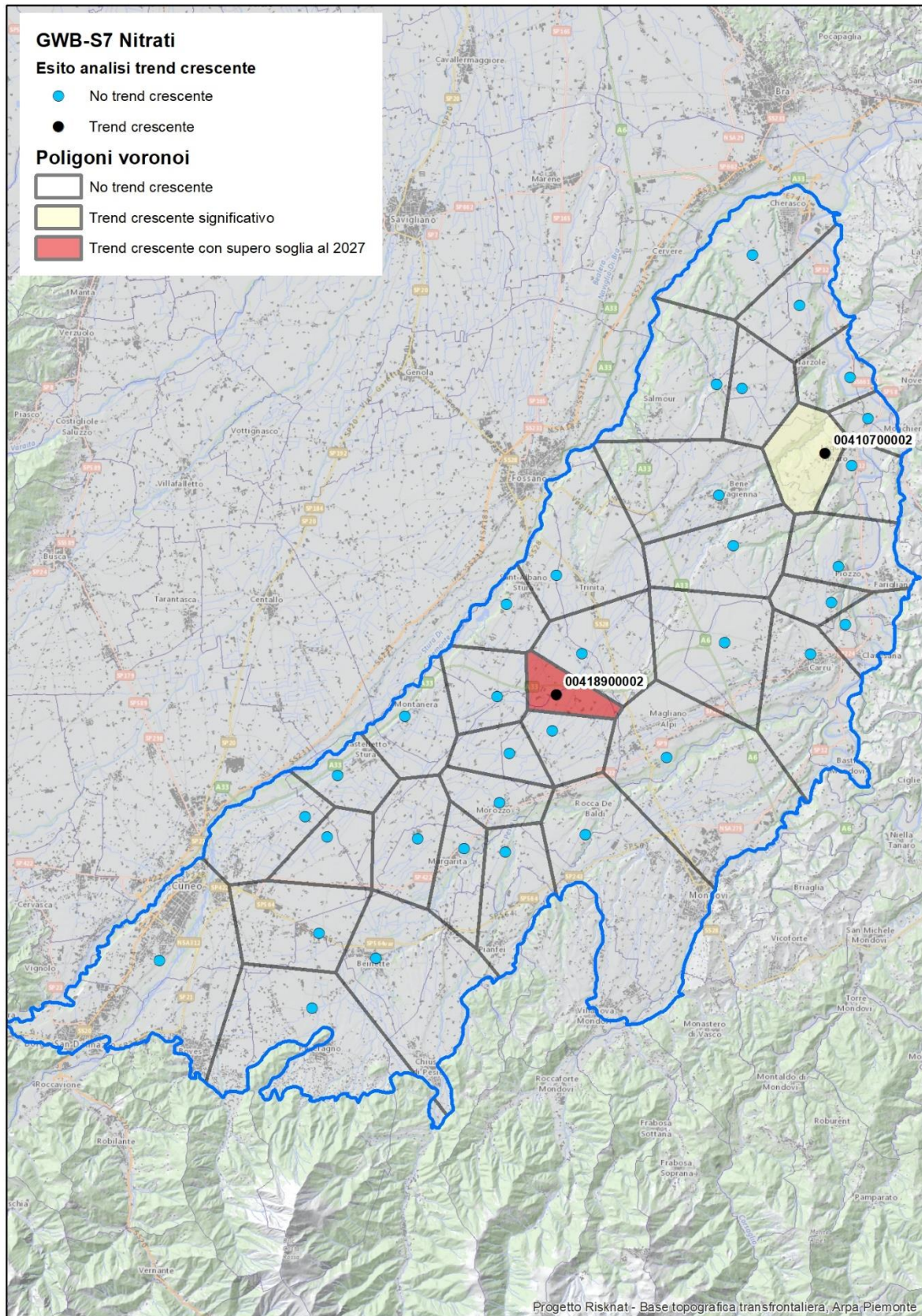


Figura 5.14 – Tendenze ascendenti per Nitrati nel GWB-S7

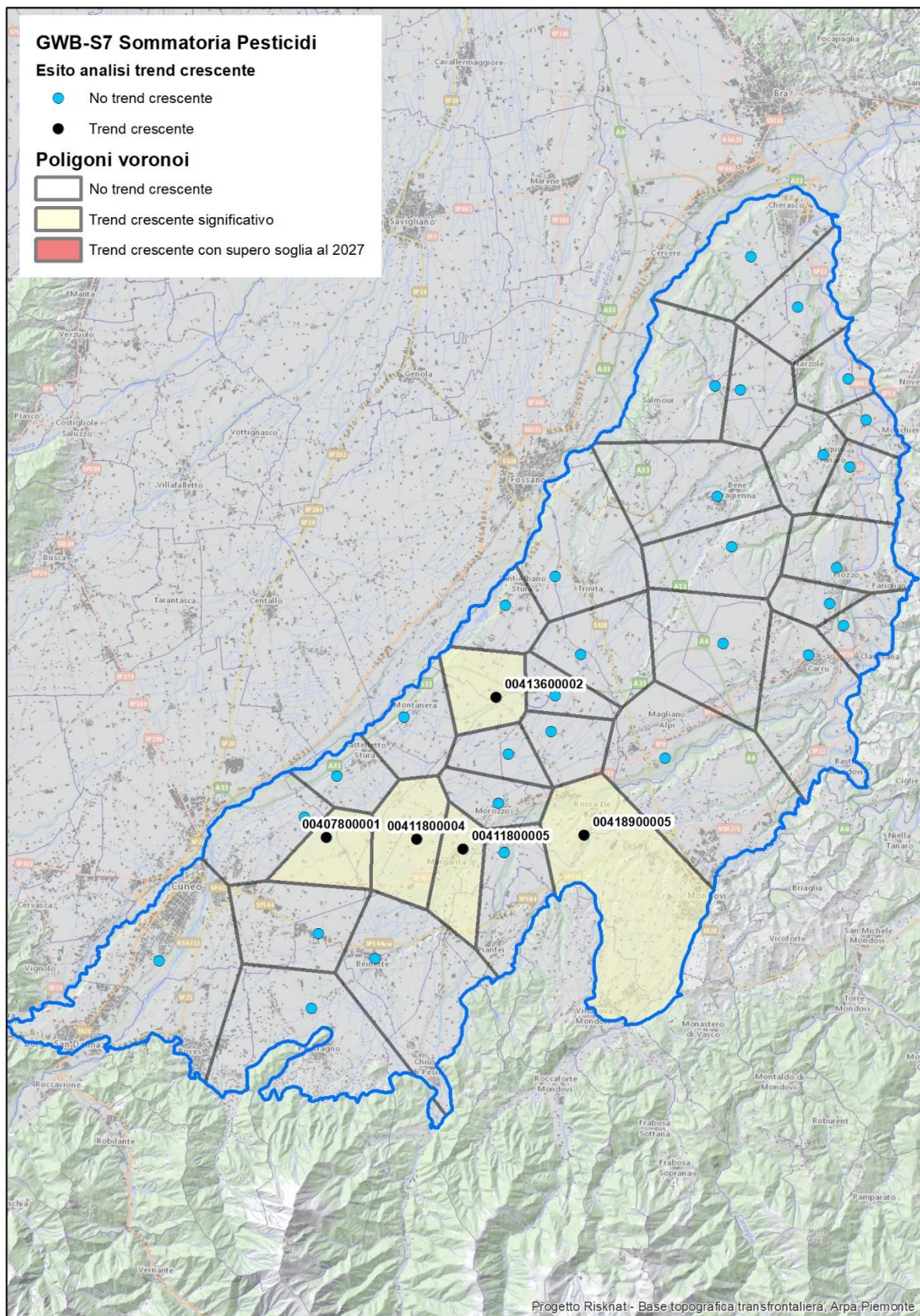


Figura 5.15 – Tendenze ascendenti per Somma Pesticidi nel GWB-S7

5.9. GWB-S8 - Pianura Alessandrina in sinistra Tanaro

Per GWB-S8 sono stati verificati i parametri Cromo VI, Nitrati e Somma pesticidi.

Nelle stazioni di monitoraggio si sono riscontrate tendenze ascendenti per Nitrati e Somma Pesticidi, illustrate nella tabella e nelle figure seguenti, dalle quali si evince che:

- per i Nitrati vi è una stazione di monitoraggio che presenta una tendenza significativamente ascendente e prevede altresì il superamento della soglia (50 mg/L) al 2027;
- per la Somma pesticidi vi è una stazione di monitoraggio che presenta una tendenza significativamente ascendente, la quale non prevede il superamento della soglia (0.5 µg/L) al 2027.

Nell'intero corpo idrico non si riscontrano tendenze ascendenti che superino il 20% della superficie dello stesso (dopo aver ricomposto i poligoni di Voronoi), per nessun parametro (vedi Tabella 6.1).

Tabella 5.9 – Parametri e stazioni con trend crescente in GWB-S8

Parametro	Stazione	Trend crescente (p value)	Pendenza retta trend	Previsione al 2027	Supero soglia
NITRATI	00616300002	SI (p = 0.007)	2.713	56.2 mg/L	SI (50 mg/L)
SOMMA PESTICIDI	00606800001	SI (p = 0.060)	0.000	0.00 µg/L	NO (0.5 µg/L)

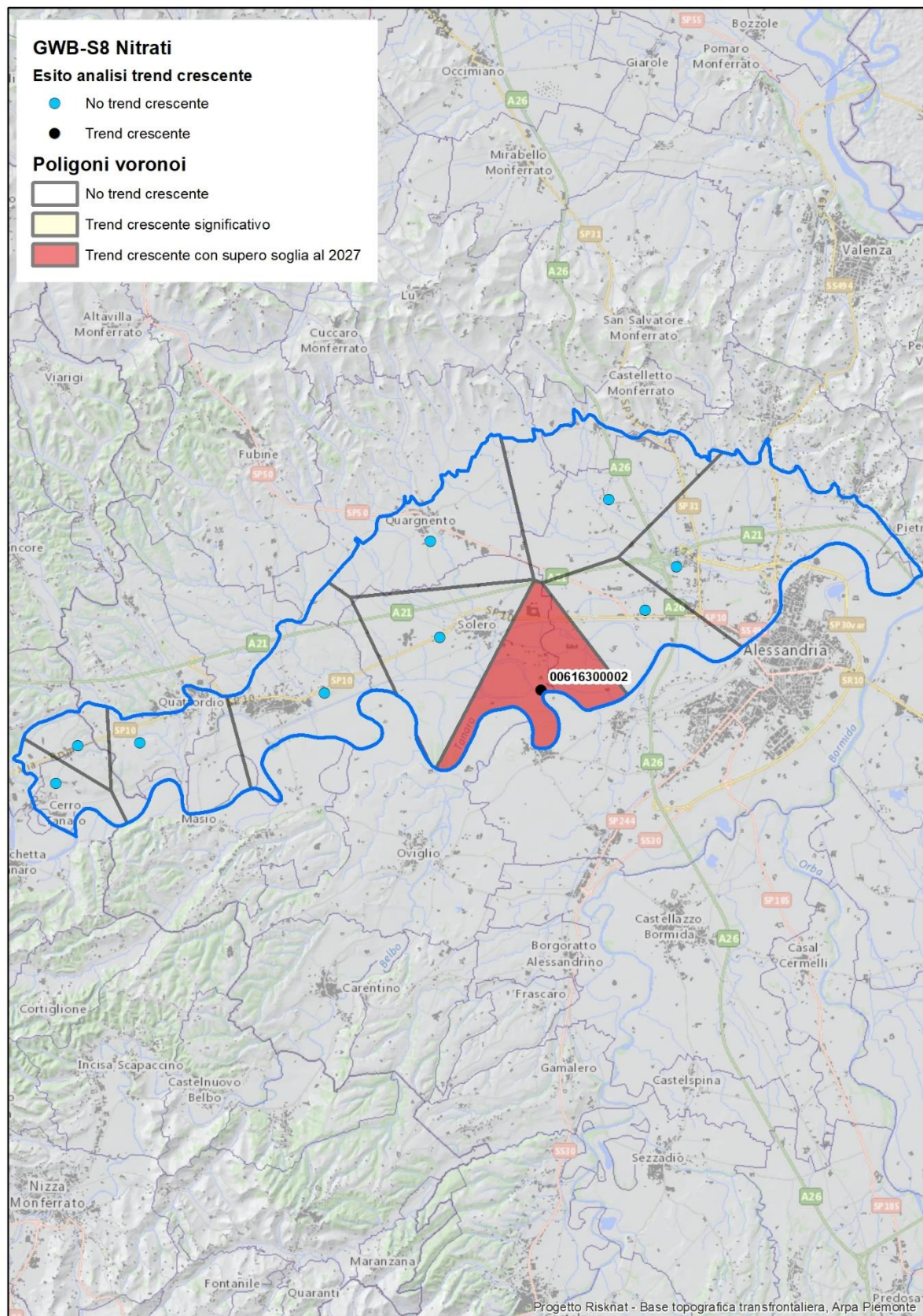


Figura 5.16 – Tendenze ascendenti per Nitrati nel GWB-S8

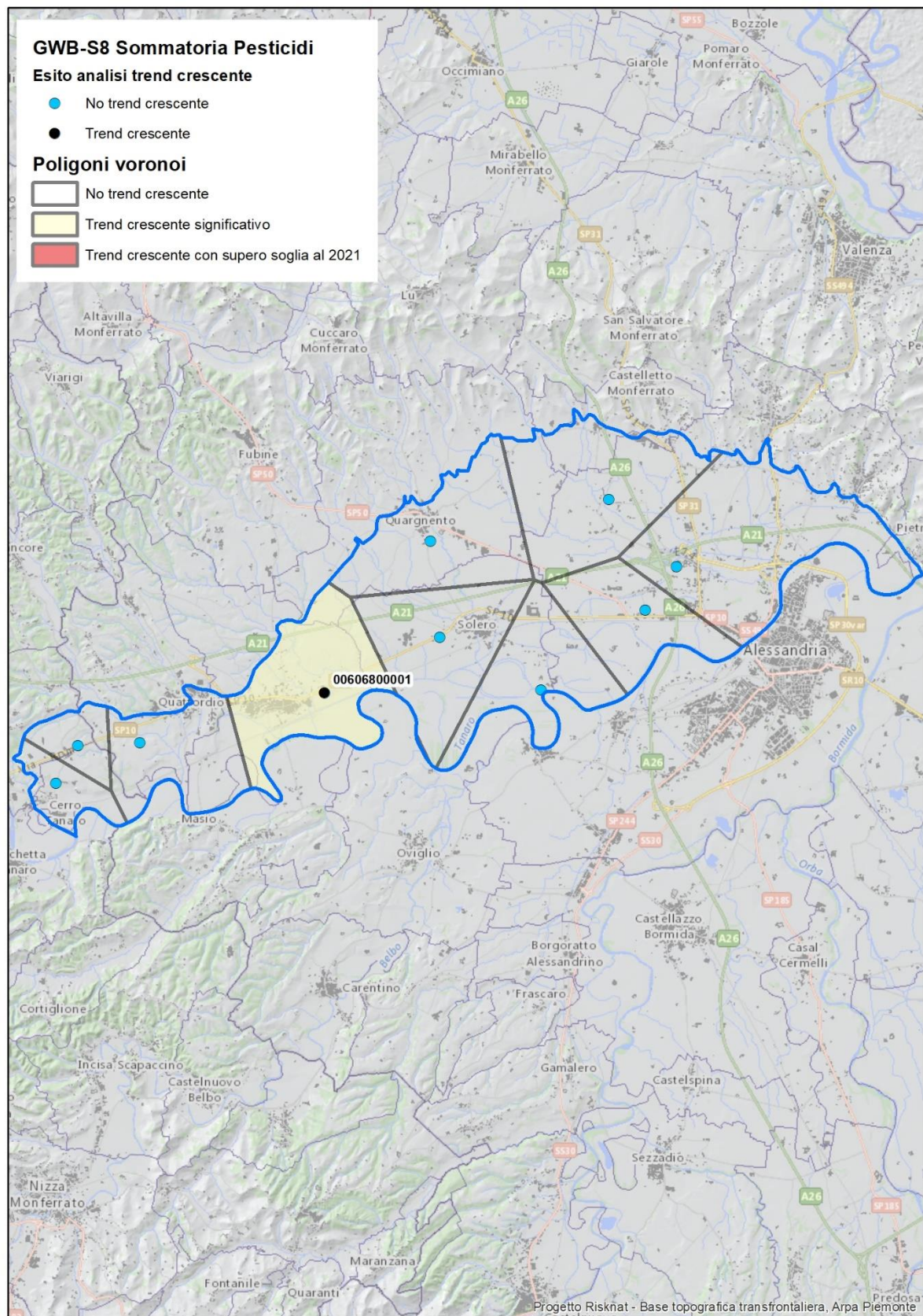


Figura 5.17 – Tendenze ascendenti per Somma Pesticidi nel GWB-S8

5.10. GWB-S9 - Pianura Alessandrina in destra Tanaro

Per GWB-S9 sono stati verificati i parametri Cromo VI, Nitrati, Somma pesticidi e Somma VOC.

Nelle stazioni di monitoraggio si sono riscontrate tendenze ascendenti per Cromo VI, Nitrati e Somma pesticidi, illustrate nella tabella e nelle figure seguenti, dalle quali si evince che:

- per il Cromo VI vi sono due stazioni di monitoraggio che presentano tendenze significativamente ascendenti, una delle quali prevede il superamento del valore soglia (15 µg/L, VFN) al 2027;
- per i Nitrati vi sono quattro stazioni di monitoraggio che presentano tendenze significativamente ascendenti, delle quali tre prevedono il superamento della soglia (50 mg/L) al 2027;
- per la Somma pesticidi vi sono cinque stazioni di monitoraggio che presentano tendenze significativamente ascendenti, ma nessuna prevede anche il superamento della soglia (0.5 µg/L) al 2027.

Nell'intero corpo idrico non si riscontrano tendenze ascendenti che superino il 20% della superficie dello stesso (dopo aver ricomposto i poligoni di Voronoi), per nessun parametro (vedi Tabella 6.1).

Tabella 5.10 – Parametri e stazioni con trend crescente in GWB-S9

Parametro	Stazione	Trend crescente (p value)	Pendenza retta trend	Previsione al 2027	Supero soglia
CROMO ESAVALENTE	00604710001	SI (p = 0.004)	0.78	16.28 µg/L	SI (15 mg/L)
CROMO ESAVALENTE	00607500003	SI (p = 0.043)	0.2	4.7 µg/L	NO (15 µg/L)
NITRATI	00600300021	SI (p = 0.013)	1.06	57.70 mg/L	SI (50 mg/L)
NITRATI	00604710001	SI (p = 0.070)	1.49	46.72 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	00608600001	SI (p = 0.00054)	1.42	56.07 mg/L	SI (50 mg/L)
NITRATI	00608600002	SI (p = 0.023)	1.8	60.0 mg/L	SI (50 mg/L)
SOMMA PESTICIDI	00600300023	SI (p = 0.020)	0.00111	0.019 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00600310001	SI (p = 0.082)	0.00	0.0 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00604700004	SI (p = 0.082)	0.00	0.0 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00605300003	SI (p = 0.082)	0.00214	0.037 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00611410001	SI (p = 0.016)	0.00	0.00 µg/L	NO (0.5 µg/L)

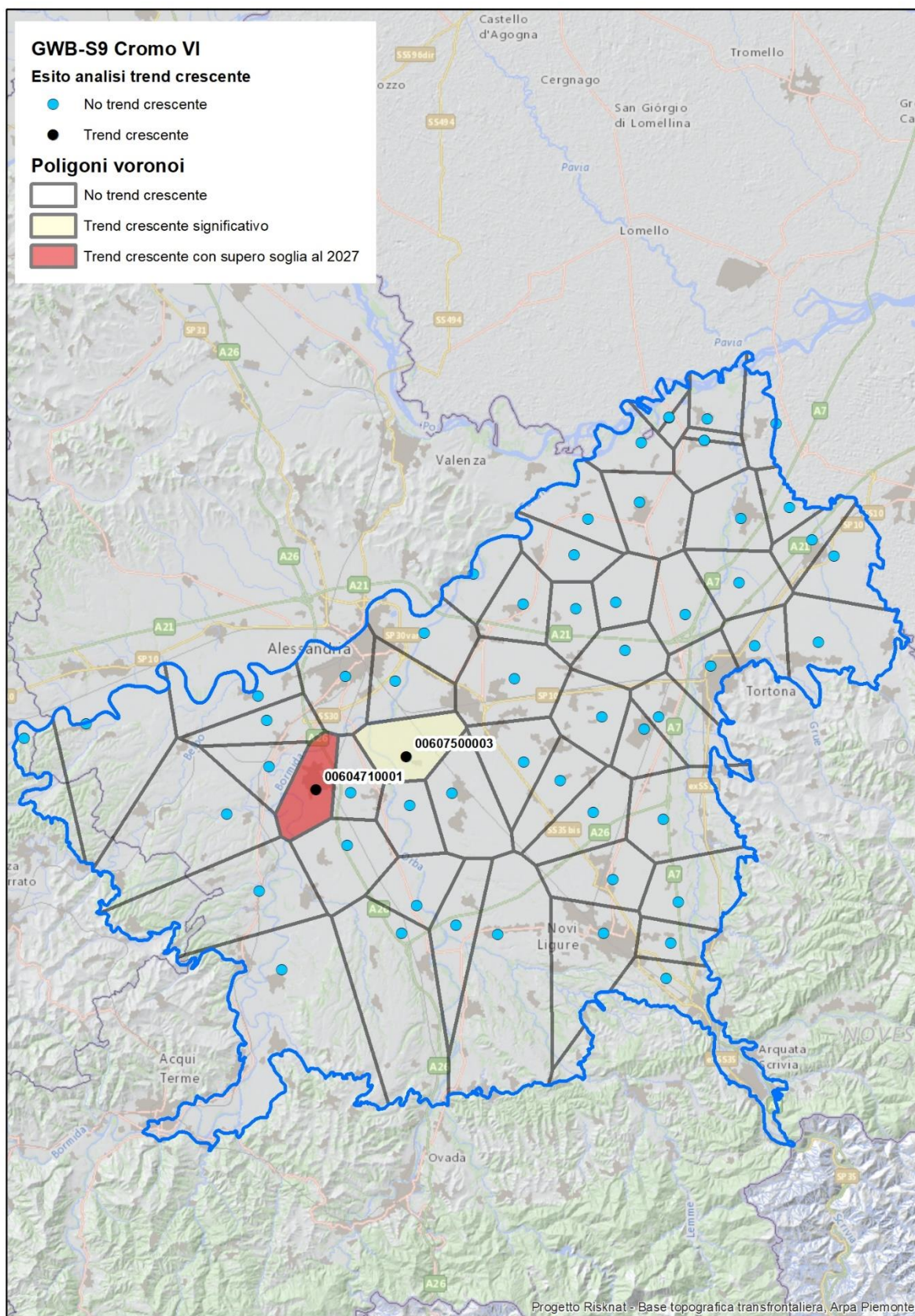


Figura 5.18 – Tendenze ascendenti per Cromo VI nel GWB-S9

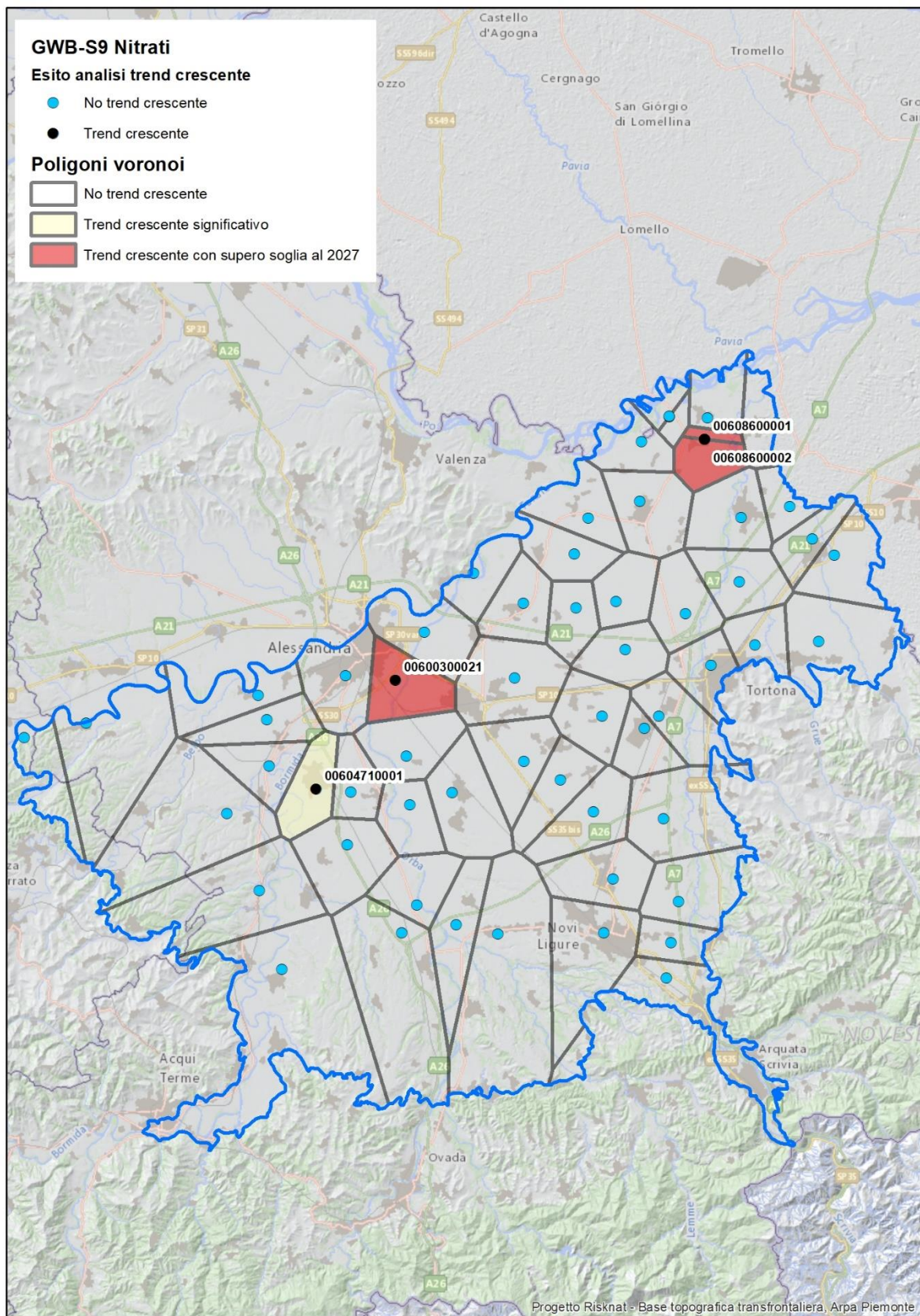


Figura 5.1920 – Tendenze ascendenti per Nitrati nel GWB-S9

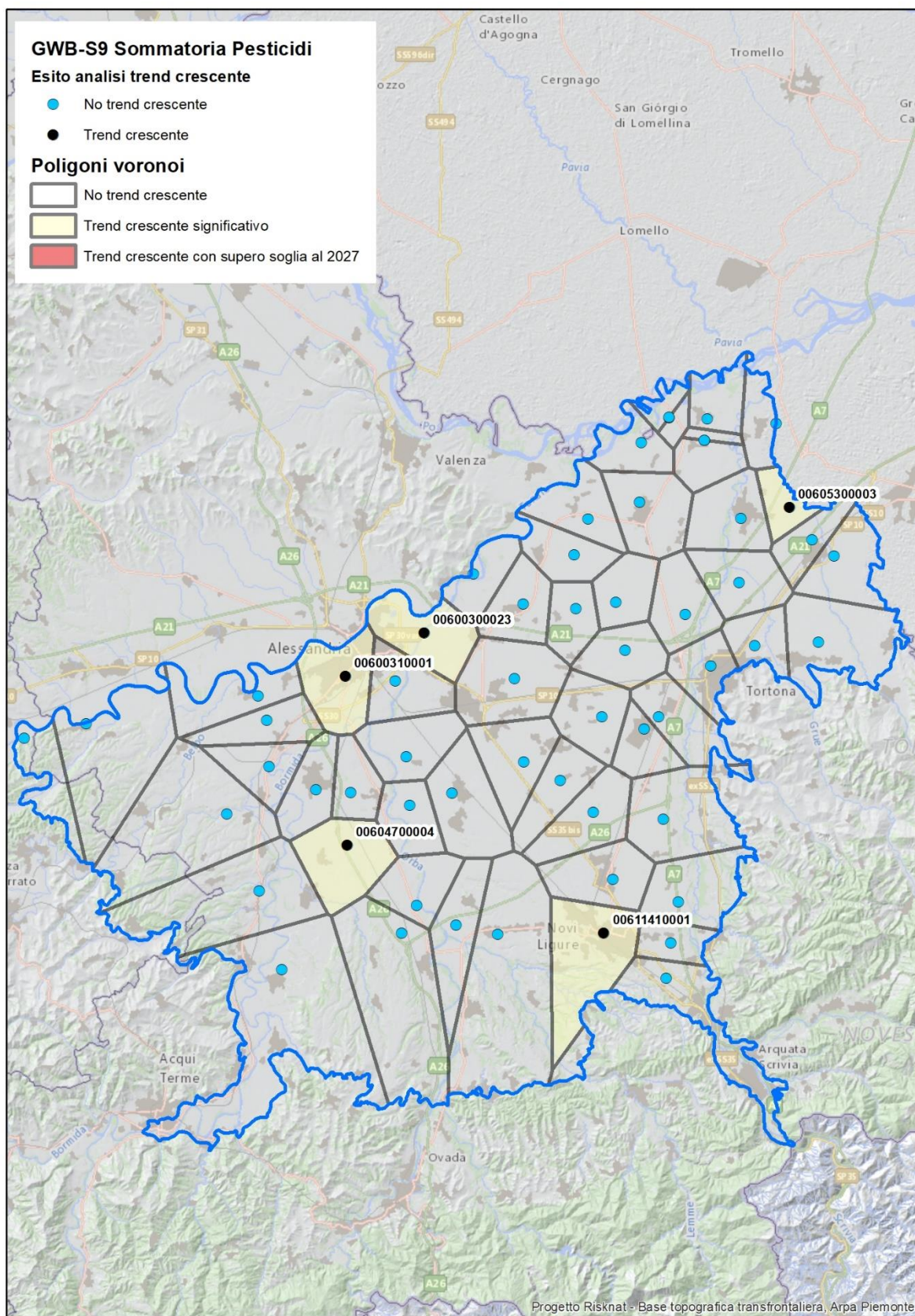


Figura 5.21 – Tendenze ascendenti per Somma Pesticidi nel GWB-S9

5.11. GWB-S10 - Pianura Casalese

Per GWB-S10 sono stati verificati i parametri Nitrati, Somma pesticidi e Somma VOC.

Nelle stazioni di monitoraggio si sono riscontrate tendenze ascendenti per Nitrati e Somma Pesticidi, illustrate nella tabella e nelle figure seguenti, dalle quali si evince che:

- per i Nitrati vi sono due stazioni di monitoraggio che presentano tendenze significativamente ascendenti, ma non prevedono il superamento della soglia (50 mg/L) al 2027;
- per la Somma pesticidi vi è una stazione di monitoraggio che presenta una tendenza significativamente ascendente, ma non prevede il superamento della soglia (0.5 µg/L) al 2027.

Nell'intero corpo idrico non si riscontrano tendenze ascendenti che superino il 20% della superficie dello stesso (dopo aver ricomposto i poligoni di Voronoi), per nessun parametro (vedi Tabella 6.1).

Tabella 5.11 – Parametri e stazioni con trend crescente in GWB-S10

Parametro	Stazione	Trend crescente (p value)	Pendenza retta trend	Previsione al 2027	Supero soglia
NITRATI	00603900011	SI (p = 0.030)	0.49	9.80 mg/L	NO (50 mg/L)
NITRATI	00611500001	SI (p = 0.096)	0.33	6.07 mg/L	NO (50 mg/L)
SOMMA PESTICIDI	00617810001	SI (p = 0.030)	0.0167	0.291 µg/L	NO (0.5 µg/L)

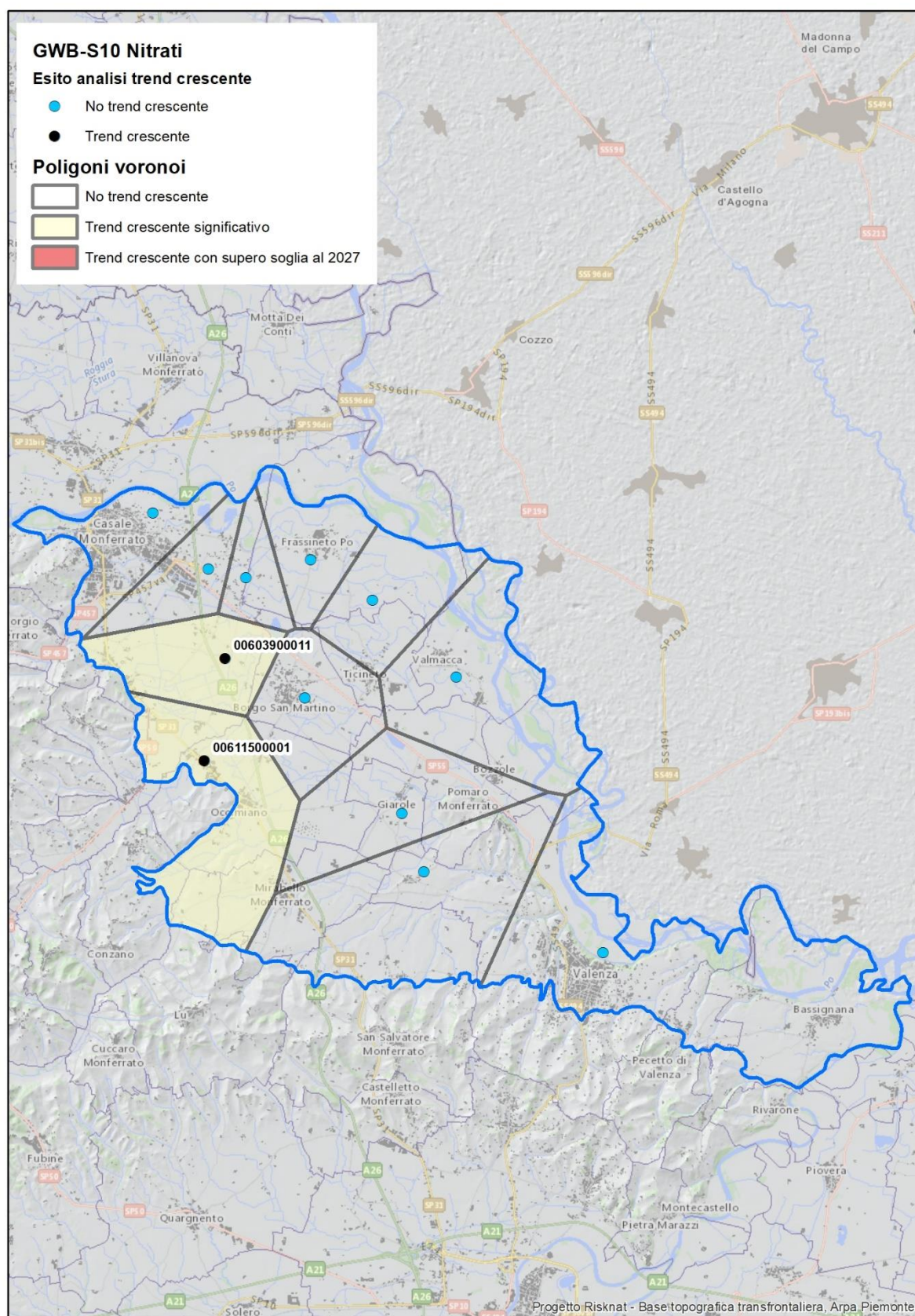


Figura 5.22 – Tendenze ascendenti per Nitrati nel GWB-S10

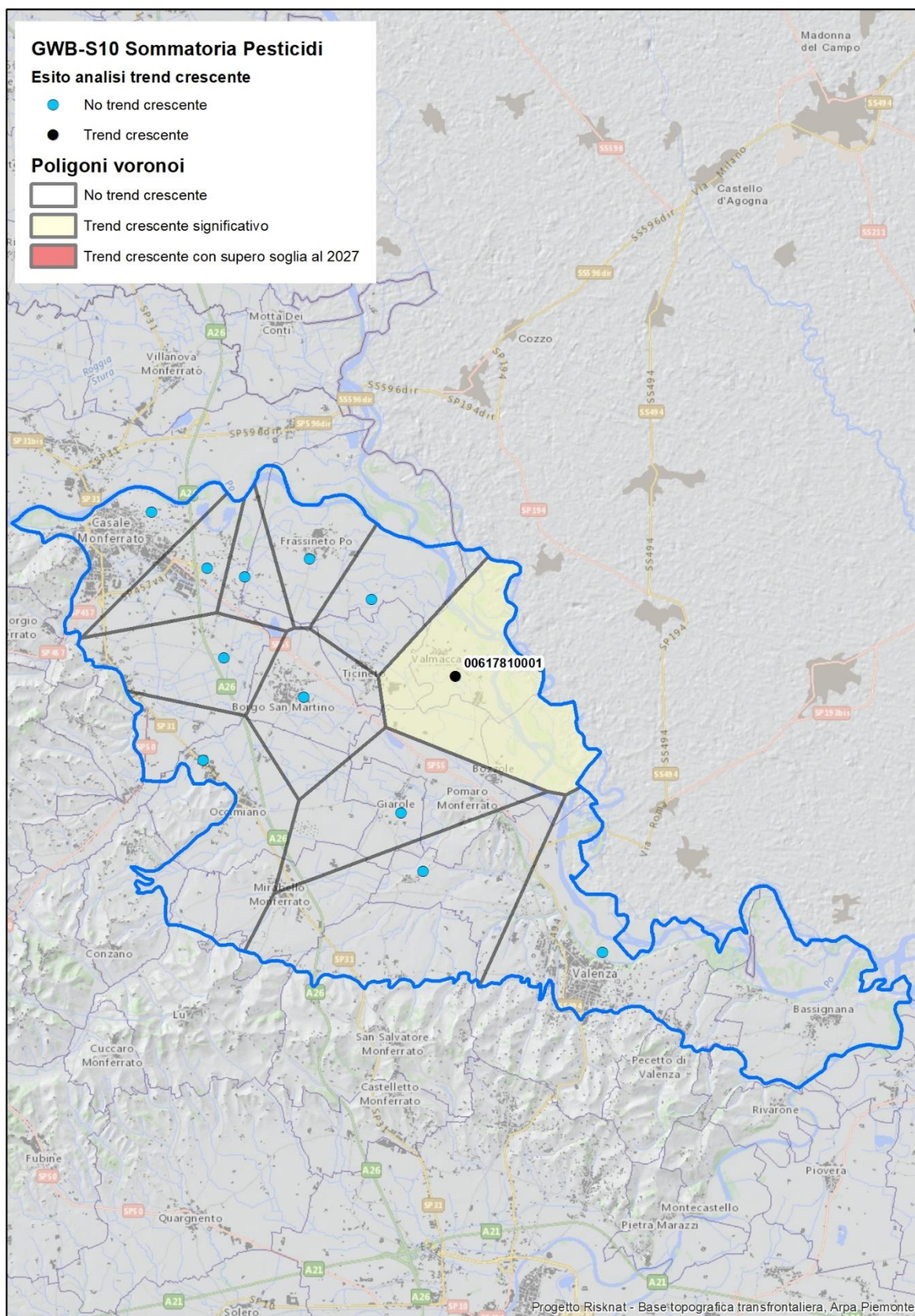


Figura 5.23 – Tendenze ascendenti per Somma Pesticidi nel GWB-S10

5.12. GWB-FTA - Fondovalle Tanaro

Per GWB-FTA sono stati verificati i parametri Nichel, Nitrati e Somma VOC.

Nelle stazioni di monitoraggio si sono riscontrate tendenze ascendenti per Nichel, Nitrati e Somma VOC, illustrate nella tabella e nelle figure seguenti, dalle quali si evince che:

- per il Nichel vi sono alcune stazioni di monitoraggio che presentano tendenze significativamente ascendenti, nessuna delle quali prevede il superamento del valore soglia (20 µg/L) al 2027;
- per i Nitrati vi sono due stazioni di monitoraggio che presentano tendenze significativamente ascendenti, delle quali una prevede il superamento della soglia (50 mg/L) al 2027;
- per la Somma VOC vi è una stazione di monitoraggio che presenta una tendenza significativamente ascendente.

Nell'intero corpo idrico non si riscontrano tendenze ascendenti che superino il 20% della superficie dello stesso (dopo aver ricomposto i poligoni di Voronoi), per nessun parametro (vedi Tabella 6.1).

Tabella 5.12 – Parametri e stazioni con trend crescente in GWB-FTA

Parametro	Stazione	Trend crescente (p value)	Pendenza retta trend	Previsione al 2027	Supero soglia
NICHEL	00500500007	SI (p = 0. 008)	0.40	9.93 µg/L	NO (20 mg/L)
NICHEL	00500500019	SI (p = 0. 008)	0.46	10.32 µg/L	NO (20 mg/L)
NICHEL	00502800001	SI (p = 0.014)	0.19	6.27 µg/L	NO (20 mg/L)
NICHEL	00505000004	SI (p = 0. 008)	0.275	7.1 µg/L	NO (20 µg/L)
NICHEL	00505900003	SI (p = 0.071)	0.11	4.4 µg/L	NO (20 µg/L)
NITRATI	00400300003	SI (p = 0.008)	2.175	58.52 mg/L	SI (50 mg/L)
NITRATI	00500500014	SI (p = 0.052)	0.66	25.91 mg/L	NO (50 mg/L)
SOMMA VOC	00500510001	SI (p = 0.082)	0.15	3.10 µg/L	N.A.

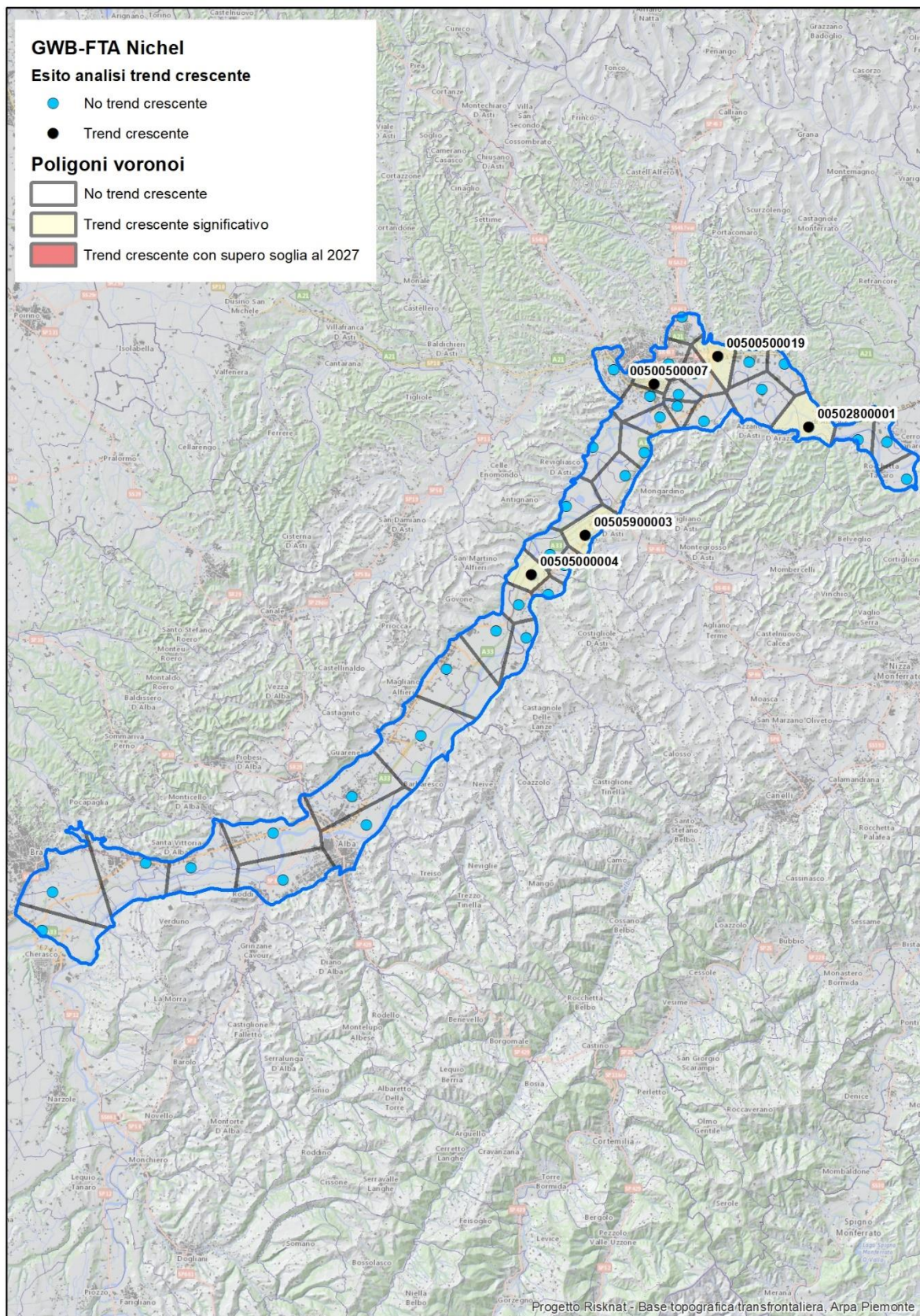


Figura 5.24 – Tendenze ascendenti per Nichel nel GWB-FTA

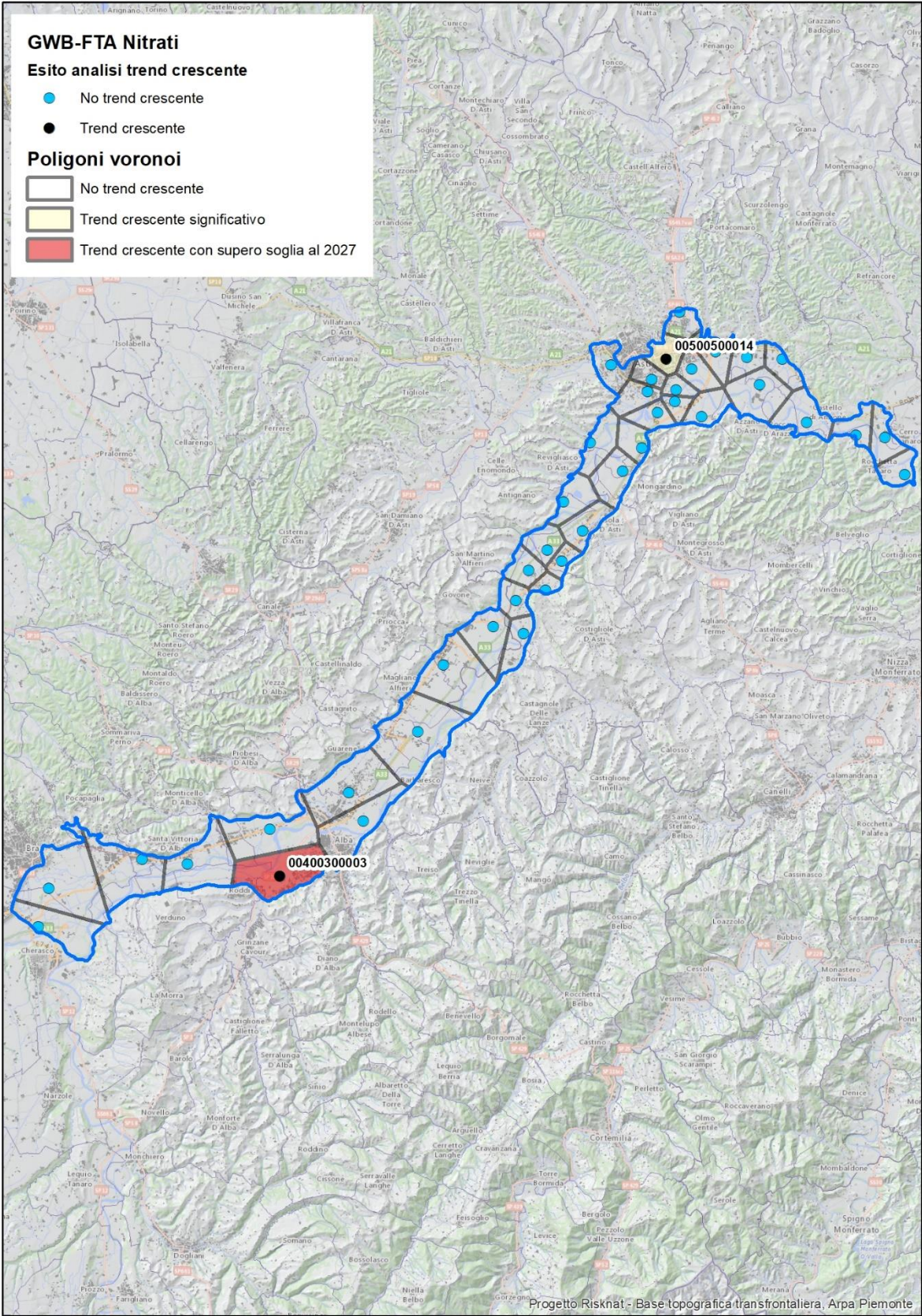


Figura 5.25 – Tendenze ascendenti per Nitrati nel GWB-FTA

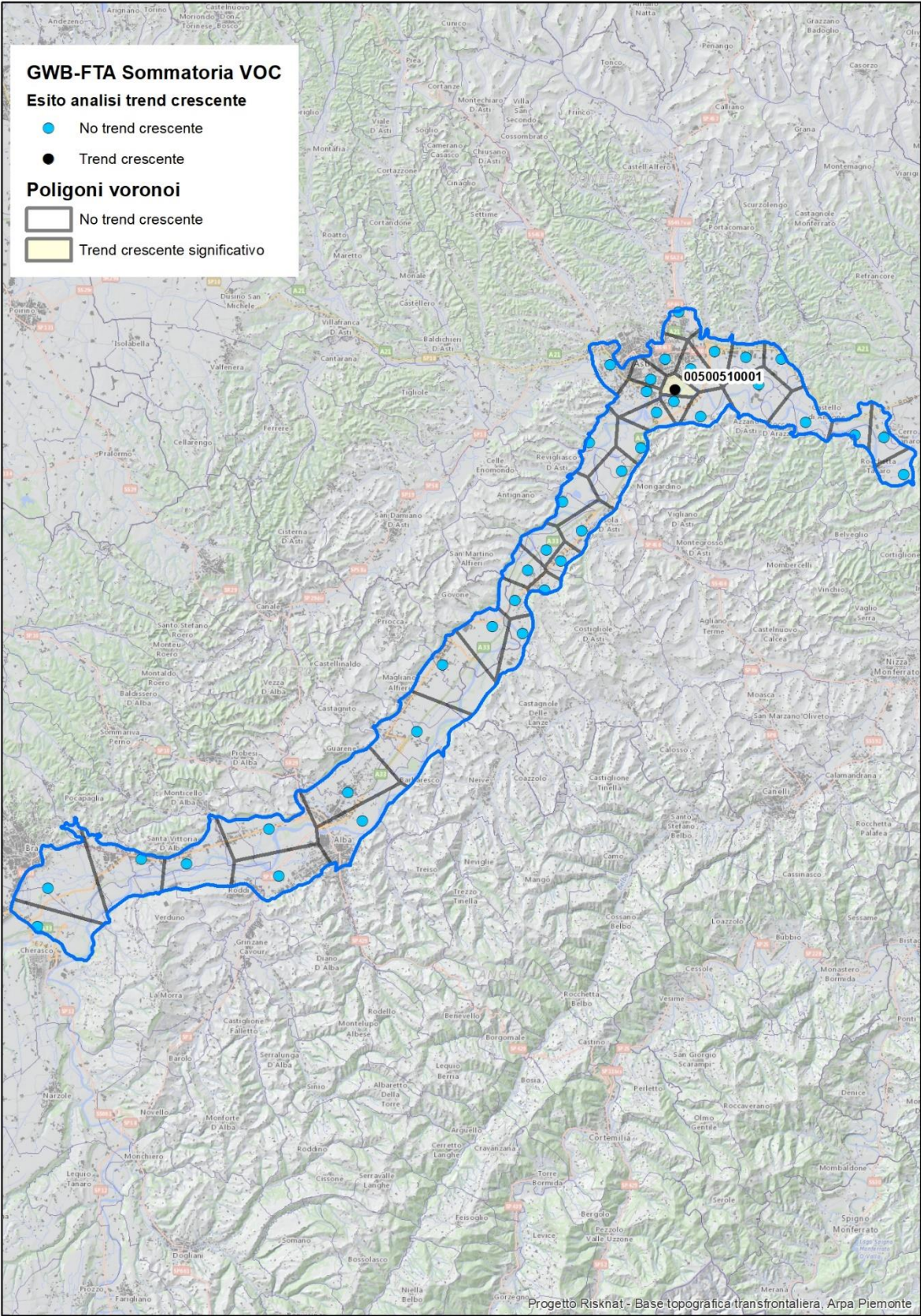


Figura 5.26 – Tendenze ascendenti per Somma VOC nel GWB-FTA

5.13. GWB-FDR - Fondovalle Dora Riparia

Per GWB-FDR sono stati verificati i parametri Nichel e Somma VOC.

Nelle stazioni di monitoraggio si sono riscontrate tendenze ascendenti per Nichel, illustrate nella tabella e nella figura seguente, dalle quali si evince che vi è una stazione di monitoraggio che presenta una tendenza significativamente ascendente.

Nell'intero corpo idrico non si riscontrano tendenze ascendenti che superino il 20% della superficie dello stesso (dopo aver ricomposto i poligoni di Voronoi), anche se per il Nichel la percentuale è proprio del 20% (vedi Tabella 6.1).

Tabella 5.13 – Parametri e stazioni con trend crescente in GWB-FDR

Parametro	Stazione	Trend crescente (p value)	Pendenza retta trend	Previsione al 2027	Supero soglia
NICHEL	00122800001	SI (p = 0.038)	0.72	16.62 µg/L	NO (20 µg/L)

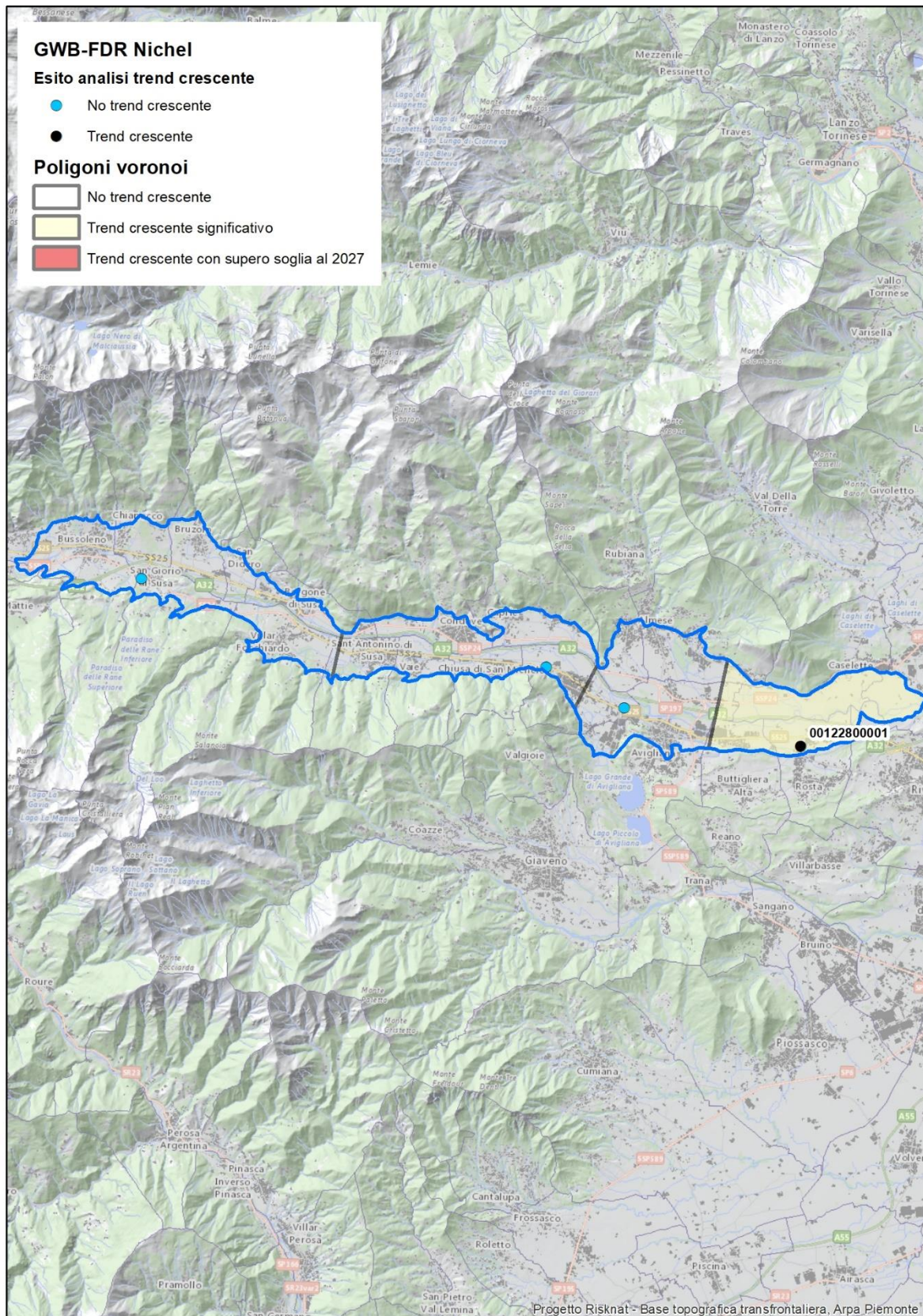


Figura 5.27 – Tendenze ascendenti per Nichel nel GWB-FDR

5.14. GWB-FS - Fondovalle Sesia

Per GWB-FS è stato verificato il parametro Somma VOC.

Nelle stazioni di monitoraggio si sono riscontrate tendenze ascendenti per Somma VOC, illustrate nella tabella e nella figura seguente, dalle quali si evince che vi è una stazione di monitoraggio che presenta una tendenza significativamente ascendente.

Nell'intero corpo idrico non si riscontrano tendenze ascendenti che superino il 20% della superficie dello stesso, dopo aver ricomposto i poligoni di Voronoi (vedi Tabella 6.1).

Tabella 5.14 – Parametri e stazioni con trend crescente in GWB-FS

Parametro	Stazione	Trend crescente (p value)	Pendenza retta trend	Previsione al 2027	Supero soglia
SOMMA VOC	00307900001	SI (p = 0.011)	0.13	2.6 µg/L	N.A.

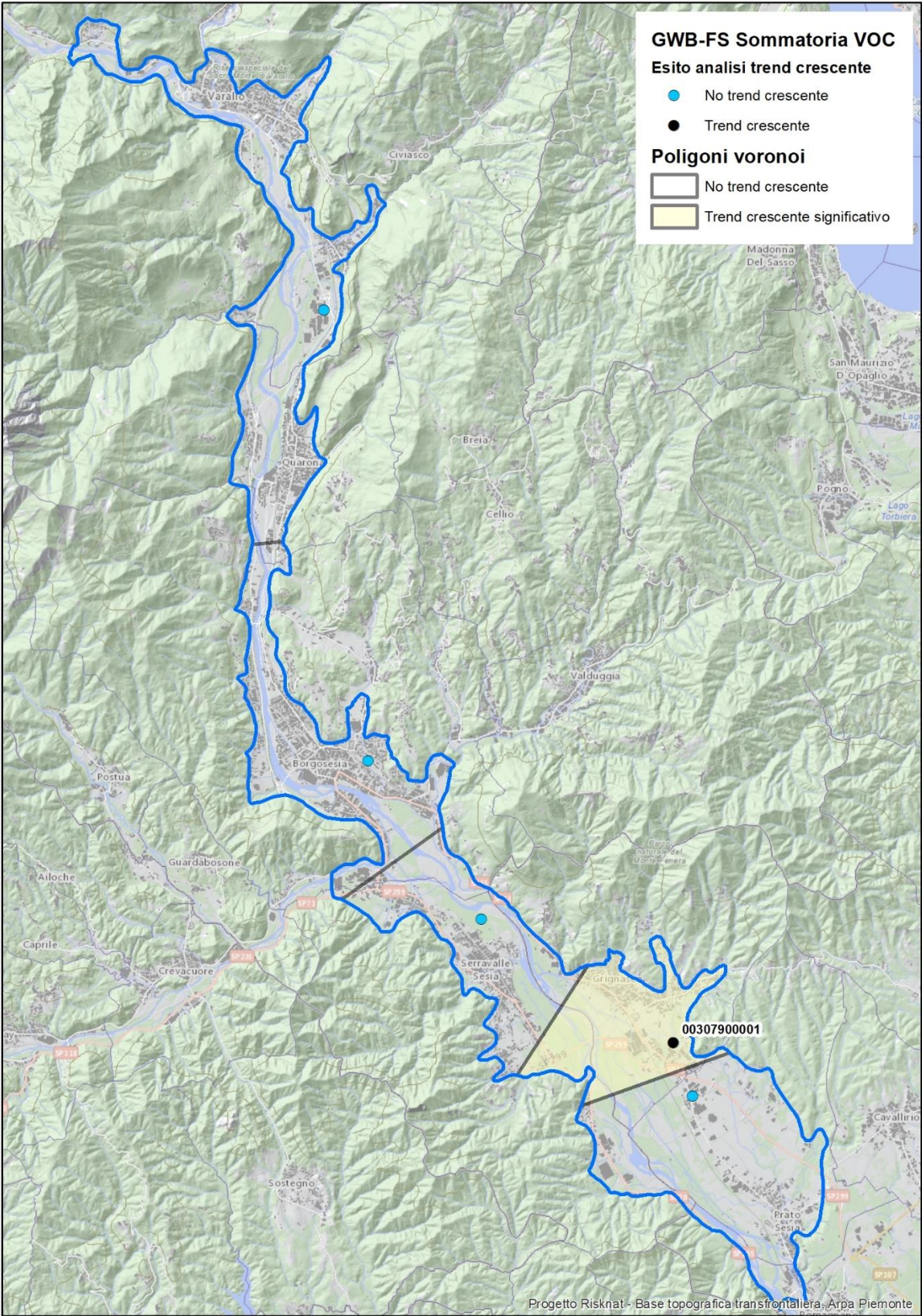


Figura 5.28 – Tendenze ascendenti per Somma VOC nel GWB-FS

5.15. GWB-FTO - Fondovalle Toce-Strona

Per GWB-FTO è stato verificato il parametro Somma VOC.

Nelle stazioni di monitoraggio si sono riscontrate tendenze ascendenti per Somma VOC, illustrate nella tabella e nella figura seguente, dalle quali si evince che vi è una stazione di monitoraggio che presenta una tendenza significativamente ascendente.

Nell'intero corpo idrico non si riscontrano tendenze ascendenti che superino il 20% della superficie dello stesso, dopo aver ricomposto i poligoni di Voronoi (vedi Tabella 6.1).

Tabella 5.15 – Parametri e stazioni con trend crescente in GWB-FTO

Parametro	Stazione	Trend crescente (p value)	Pendenza retta trend	Previsione al 2027	Supero soglia
SOMMA VOC	10305000012	SI (p = 0.007)	3.017	47.48 µg/L	N.A.

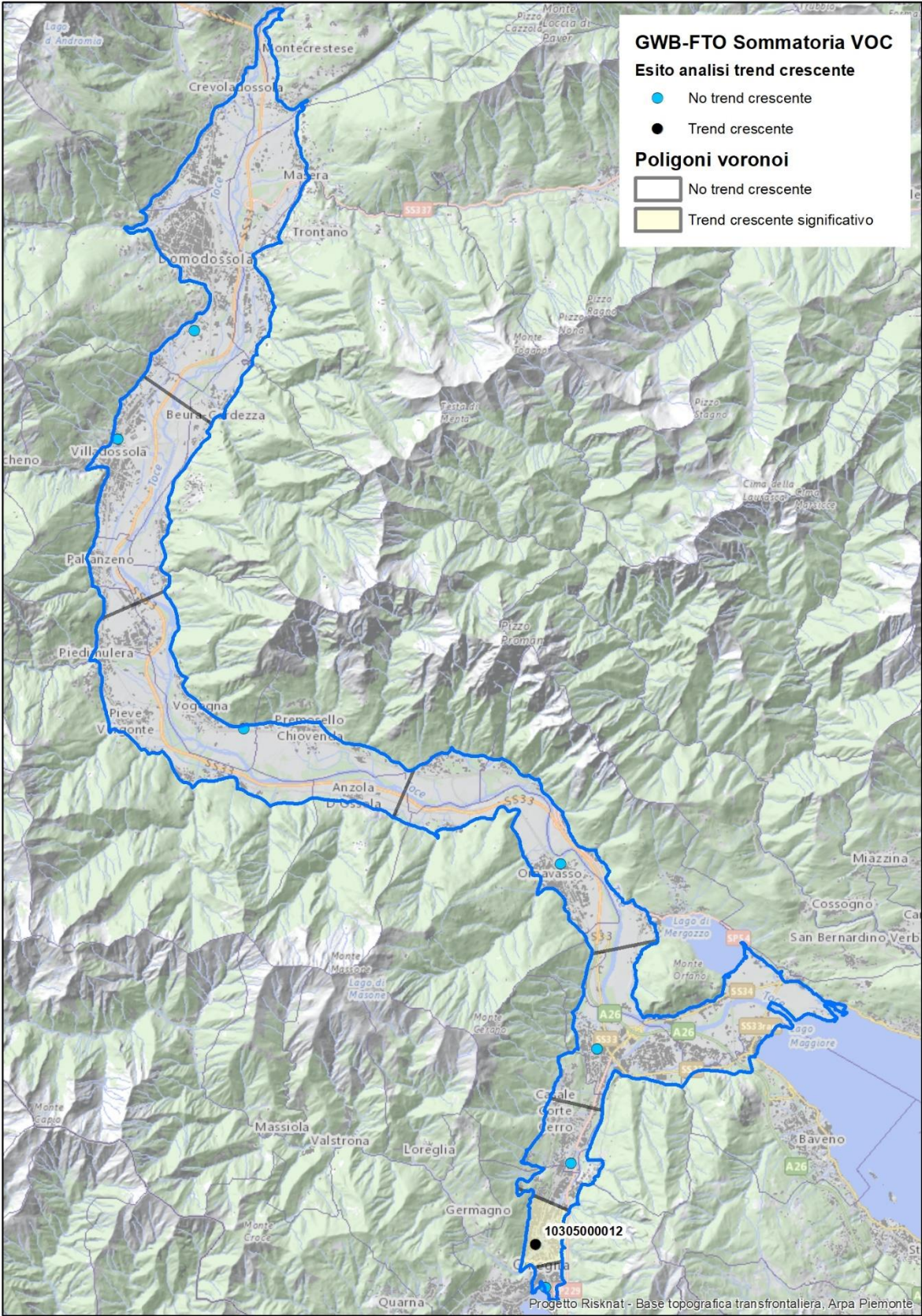


Figura 5.29 – Tendenze ascendenti per Somma VOC nel GWB-FTO

5.16. GWB-P2 - Pianura Torinese settentrionale

Per GWB-P2 sono stati verificati i parametri Cromo VI, Somma pesticidi e Somma VOC.

Nelle stazioni di monitoraggio si sono riscontrate tendenze ascendenti per Cromo VI, Somma pesticidi e Somma VOC, illustrate nella tabella e nelle figure seguenti, dalle quali si evince che:

- per il Cromo VI vi sono tre stazioni di monitoraggio che presentano tendenze significativamente ascendenti, una delle quali prevede il superamento del valore soglia (5 µg/L) al 2027;
- per la Somma pesticidi vi sono tre stazioni di monitoraggio che presentano tendenze significativamente ascendenti, delle quali nessuna prevede anche il superamento della soglia (0.5 µg/L) al 2027.
- per la Somma VOC vi sono molte stazioni di monitoraggio che presentano tendenze significativamente ascendenti.

Nell'intero corpo idrico non si riscontrano tendenze ascendenti che superino il 20% della superficie dello stesso (dopo aver ricomposto i poligoni di Voronoi), per nessun parametro, tuttavia per il parametro Somma VOC la percentuale si avvicina alla soglia (vedi Tabella 6.1).

Tabella 5.16 – Parametri e stazioni con trend crescente in GWB-P2

Parametro	Stazione	Trend crescente (p value)	Pendenza retta trend	Previsione al 2027	Supero soglia
CROMO ESAVALENTE	00109900005	SI (p = 0.071)	0.042	3.25 µg/L	NO (5 mg/L)
CROMO ESAVALENTE	00110600001	SI (p = 0.096)	0.11	4.48 µg/L	NO (5 µg/L)
CROMO ESAVALENTE	00118900001	SI (p = 0.052)	0.29	8.71 µg/L	SI (5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00106300006	SI (p = 0.049)	0.0015	0.0268 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00115000001	SI (p = 0.089)	0.0018	0.0308 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA PESTICIDI	00122500001	SI (p = 0.030)	0.007	0.117 µg/L	NO (0.5 µg/L)
SOMMA VOC	00118900001	SI (p = 0.030)	0.27	6.09 µg/L	N.A.
SOMMA VOC	00119400001	SI (p = 0.012)	0.28	4.55 µg/L	N.A.
SOMMA VOC	00121900901	SI (p = 0.030)	1.025	24.42 µg/L	N.A.
SOMMA VOC	00124100001	SI (p = 0.003)	1.133	21.34 µg/L	N.A.
SOMMA VOC	00129200005	SI (p = 0.06)	0.096	1.936 µg/L	N.A.
SOMMA VOC	00129300001	SI (p = 0.005)	0.24	6.03 µg/L	N.A.
SOMMA VOC	00131400002	SI (p = 0.008)	0.29	7.57 µg/L	N.A.

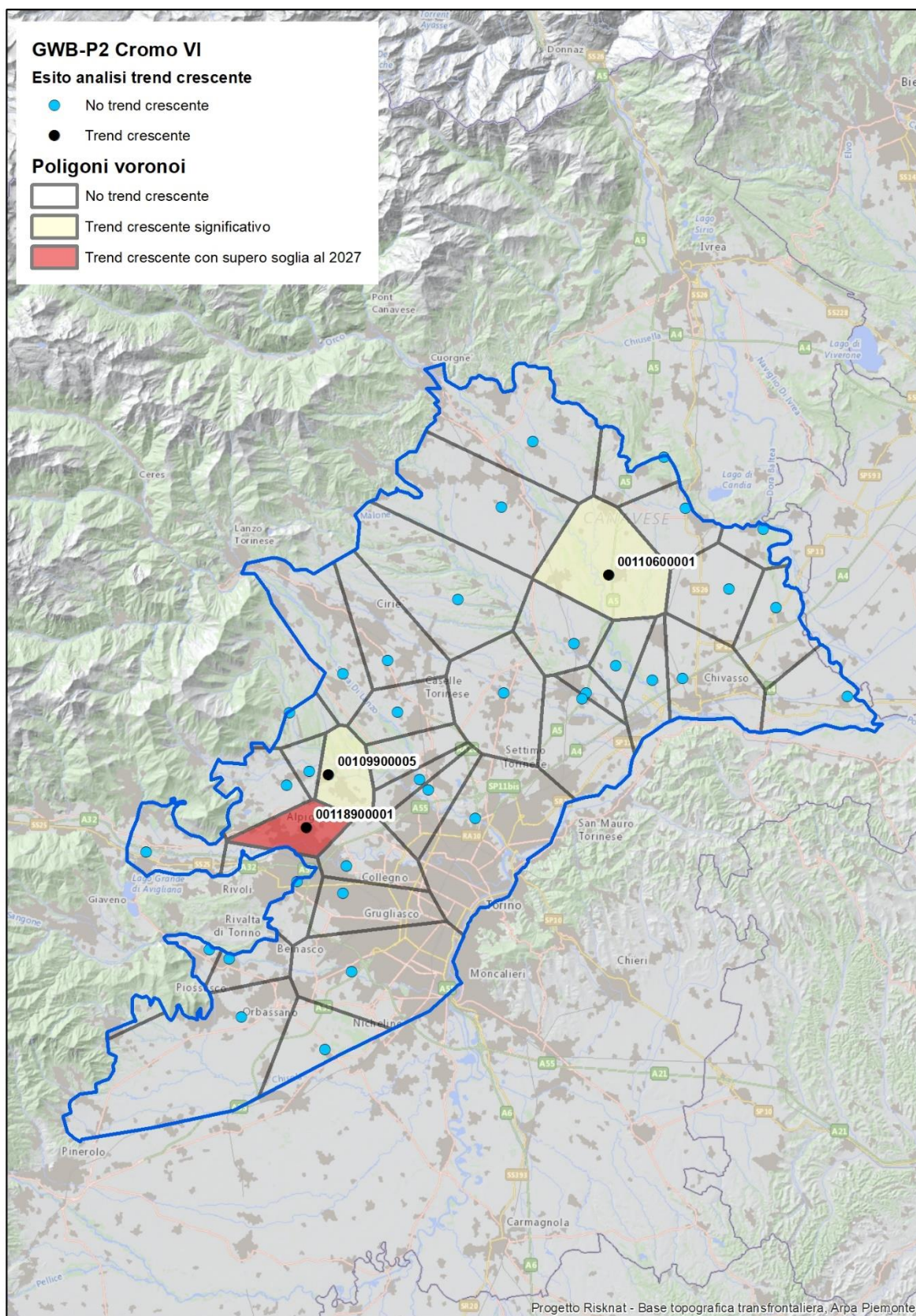


Figura 5.30 – Tendenze ascendenti per Cromo VI nel GWB-P2

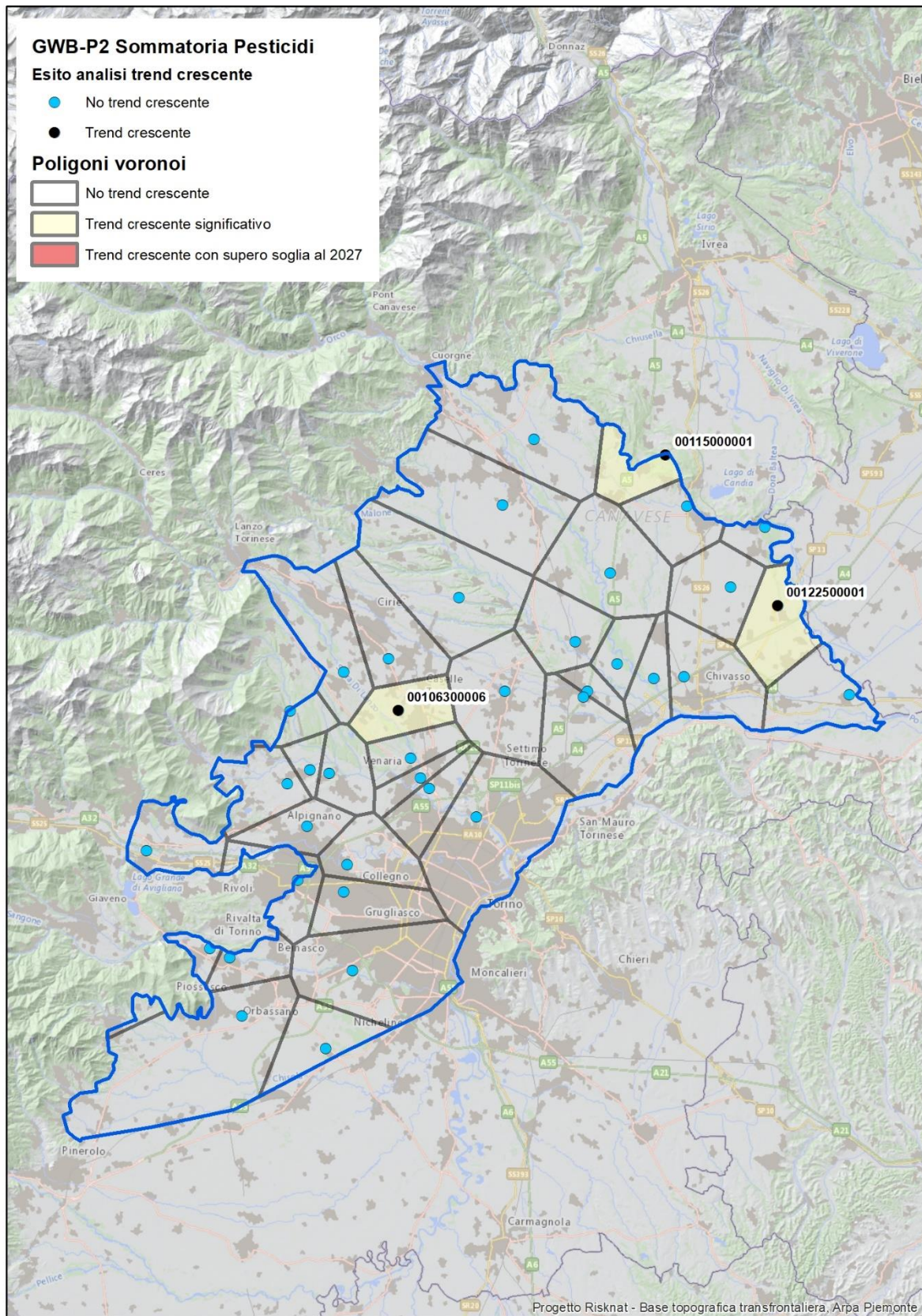


Figura 5.31 – Tendenze ascendenti per Somma Pesticidi nel GWB-P2

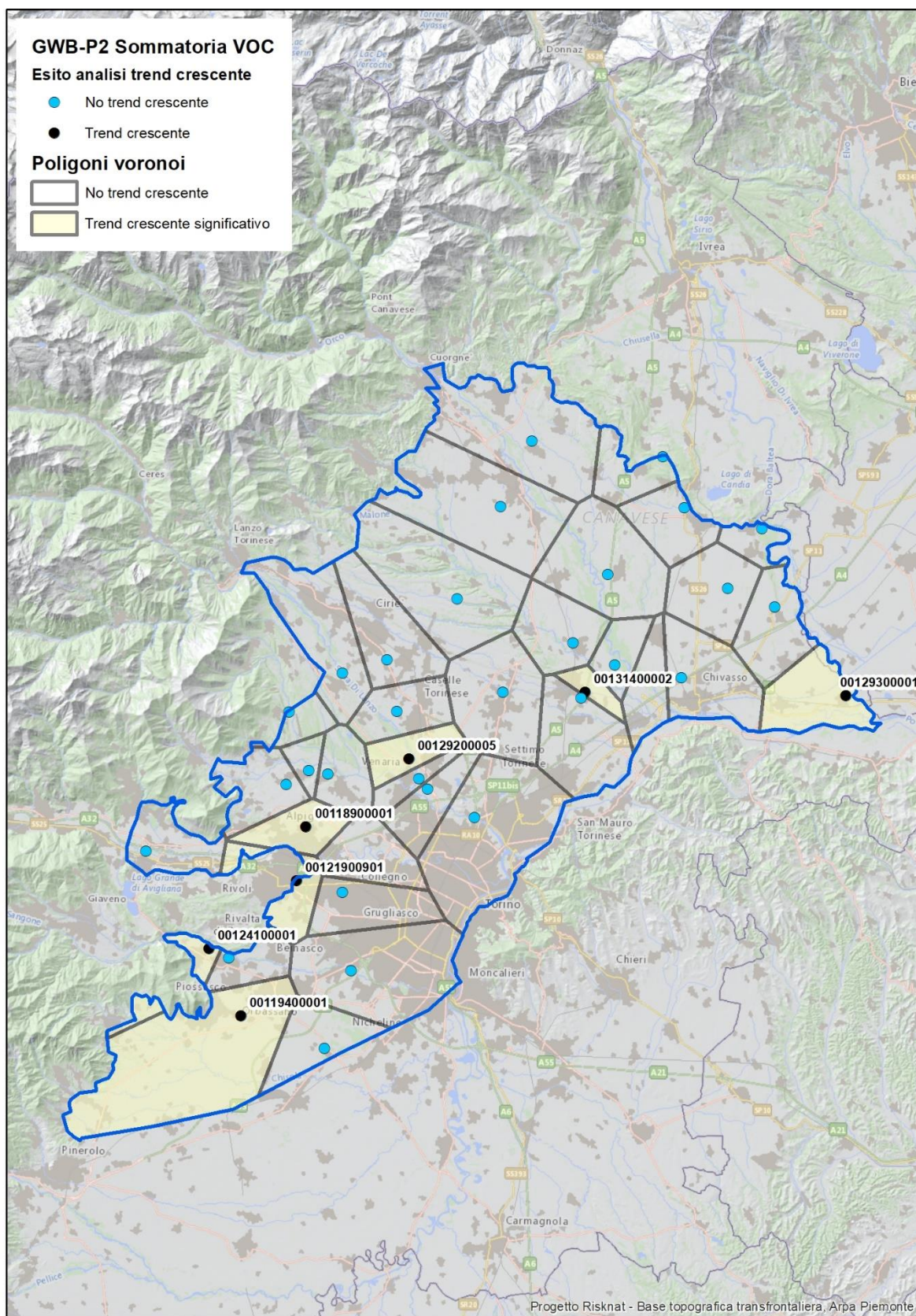


Figura 5.32 – Tendenze ascendenti per Somma VOC nel GWB-P2

6. RISULTATI ESTESI AL CORPO IDRICO

Le verifiche di tendenza crescente effettuate per il corpo idrico sotterraneo nel suo complesso, e successiva proiezione al 2027, hanno dato esiti differenziati, escussi per ogni corpo idrico e poi riassunti nella tabella seguente.

Osservando la tabella, anche alla luce di quanto enunciato nel capitolo 4.2, si nota che alcuni corpi idrici presentano una superficie interessata da trend crescente maggiore della soglia del 20%, pertanto i rispettivi GWB si possono dichiarare in stato di tendenza statisticamente significativa all'aumento dell'inquinamento.

I corpi idrici sotterranei in questione sono quelli la cui superficie di trend crescente è evidenziata in rosso: GWB-S1 per la Somma pesticidi, GWB-S3a, sempre per la Somma pesticidi e GWB-S4b per i Nitrati.

Altri GWB, invece, pur non superando la soglia del 20% vi si avvicinano molto, pertanto per questi ultimi occorre tenere sotto controllo l'evolversi della situazione nel prossimo futuro in quanto potrebbe configurarsi il rischio concreto di superamento e conseguente dichiarazione di stato di tendenza ascendente significativa. In questi casi la superficie di trend crescente è evidenziata in grassetto nero: GWB-S1 per i Nitrati, GWB-S3b per i Nitrati, GWB-S6 per Somma pesticidi e Nitrati, GWB-FDR per il Nichel e GWB-P2 per Somma VOC.

Tabella 6.1 62– Percentuali superfici con trend crescenti per corpo idrico

Corpo idrico	Parametro	% superficie trend crescente al 2019	% superficie supero soglia al 2027
GWB-S1	Somma pesticidi	20.58	11.11
	Nitrati	18.87	2.90
	Nichel	11.68	6.74
GWB-S3a	Somma pesticidi	16.10	0
	Nichel	no trend crescente	
	Somma VOC	no trend crescente	
GWB-S3b	Somma pesticidi	20.65	0
	Nitrati	19.90	0
	Somma VOC	no trend crescente	
	Cromo esavalente	no trend crescente	
	Nichel	no trend crescente	
GWB-S4a	Somma pesticidi	6.12	0
	Nitrati	4.16	4.16
	Cromo esavalente	no trend crescente	

Corpo idrico	Parametro	% superficie trend crescente al 2019	% superficie supero soglia al 2027
GWB-S4b	Nitrati	30.91	0.0
	Somma pesticidi	no trend crescente	
	Somma VOC	no trend crescente	
	Cromo esavalente	no trend crescente	
GWB-S5b	Somma pesticidi	8.47	0
	Nichel	no trend crescente	
	Somma VOC	11.26	N.A.
GWB-S6	Somma pesticidi	19.75	0
	Nitrati	18.22	13.03
	Nichel	no trend crescente	
	Somma VOC	no trend crescente	
GWB-S7	Somma pesticidi	14.74	0
	Nitrati	2.82	1.05
GWB-S8	Somma pesticidi	11.70	0
	Nitrati	8.70	8.70
	Cromo esavalente	no trend crescente	
GWB-S9	Somma pesticidi	8.06	0
	Nitrati	3.70	2.50
	Cromo esavalente	2.70	1.20
	Somma VOC	no trend crescente	
GWB-S10	Somma pesticidi	11.40	0
	Nitrati	16.20	0
	Somma VOC	no trend crescente	
GWB-FTA	Nitrati	6.20	4.70
	Nichel	8.80	0
	Somma VOC	0.80	N.A.

Corpo idrico	Parametro	% superficie trend crescente al 2019	% superficie supera soglia al 2027
GWB-FDR	Nichel	20	0
GWB-FS	Somma VOC	12.80	N.A.
GWB-FTO	Somma VOC	2	N.A.
GWB-P2	Cromo esavalente	6.20	1.30
	Somma pesticidi	7.00	0
	Somma VOC	17.00	0

7. ALCUNE CONSIDERAZIONI

Il lavoro effettuato in questo studio riguarda essenzialmente le tendenze ascendenti di alcuni parametri in corpi idrici sotterranei selezionati nel periodo 2009-2019, con proiezione al 2027 per verificare l'eventuale superamento della soglia ambientale relativa.

Occorre tuttavia effettuare qualche considerazione in merito per mettere nella giusta prospettiva i risultati ottenuti e avere il quadro generale della situazione dei GWB, per i quali le tendenze ascendenti sono una componente importante ma non esaustiva.

Una prima considerazione riguarda la stabilità dei risultati nel tempo, considerando la mutabilità negli anni della Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee (RMRAS). Infatti i trend sono stati calcolati sulle stazioni di monitoraggio disponibili nel periodo 2009-2019, le quali nel corso degli anni sono variate fisiologicamente, diminuite più di quanto siano aumentate, in quanto i pozzi sono privati e pertanto soggetti alla disponibilità dei proprietari.

I risultati ottenuti su ciascun corpo idrico, ricomponendo quanto riscontrato nella singola stazione di monitoraggio mediante i poligoni di Voronoi, sono pertanto validi a patto che le stazioni restino costanti nel tempo, in quanto se una o più dovessero variare, varierebbero anche i risultati. Per esempio se una stazione con trend crescente per un dato parametro non dovesse essere più ricompresa nella RMRAS, è possibile che il corpo idrico non abbia più trend crescente per quel parametro, venendo a mancare una componente dirimente.

Una seconda considerazione riguarda lo stato chimico di ogni singola stazione di monitoraggio. Infatti possono esserci casi nei quali non è stato riscontrato alcun trend crescente per un dato parametro ma i dati analitici presentano una situazione già critica di per sé, superando mediamente la soglia prevista. Un esempio di quanto indicato è rappresentato nella tabella seguente: nelle stazioni di monitoraggio prese in considerazione la concentrazione di Nitrati supera sovente la soglia SQA pari a 50 mg/L, come conseguenza si ha che la stazione di monitoraggio risulta in stato "scarso" pur in assenza di tendenza ascendente.

Tabella 7.1 – Stazioni critiche ma trend non crescente

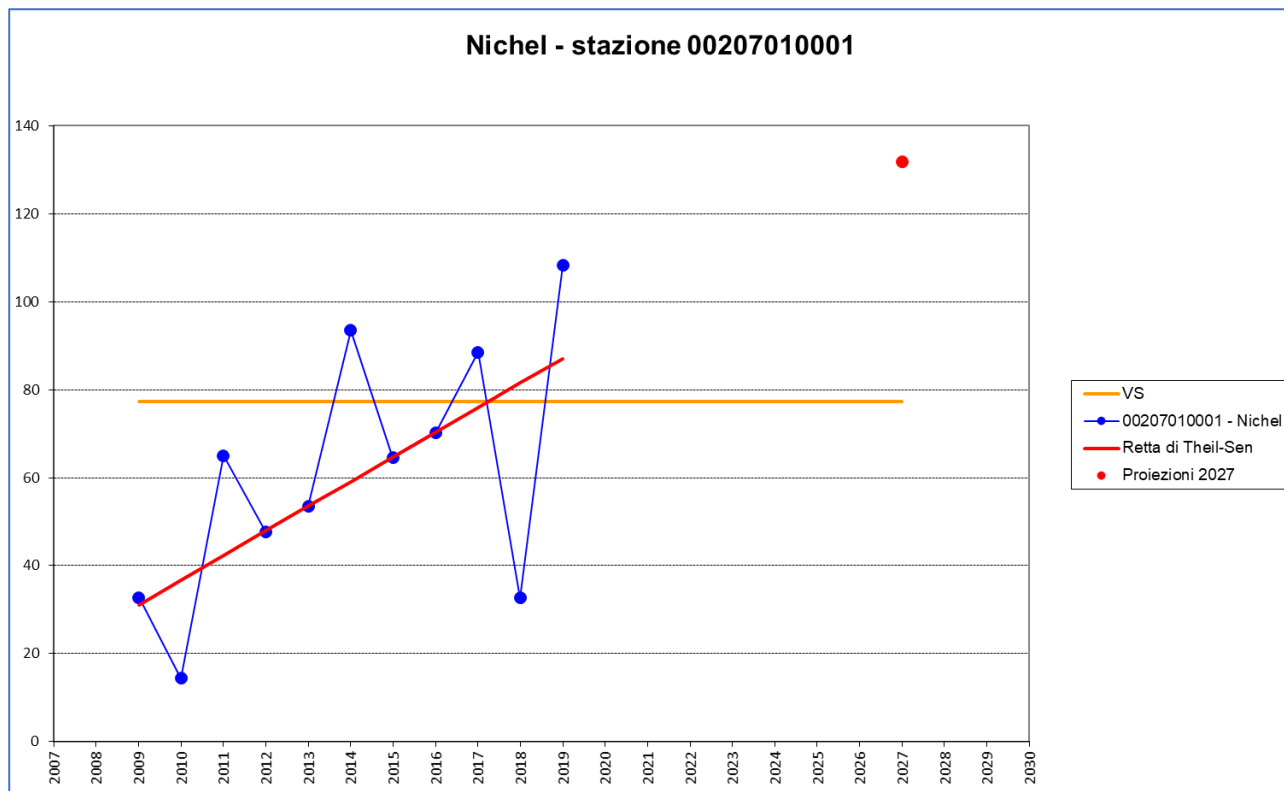
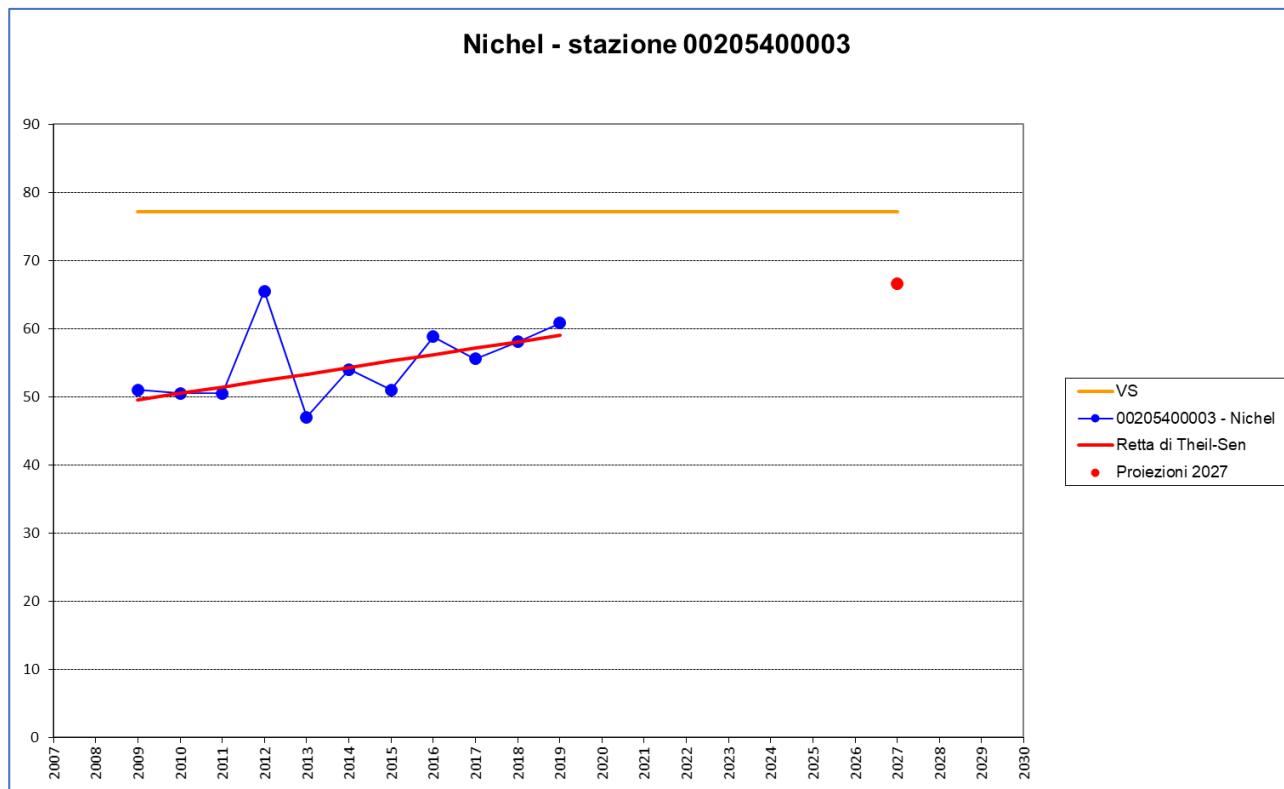
Parametro	Stazione	M_2009	M_2010	M_2011	M_2012	M_2013	M_2014	M_2015	M_2016	M_2017	M_2018	M_2019	Trend crescente
NITRATI	00408900020	55.70	49.70	45.85	37.25	40.05	37.7	38	33.45	37.65	40.6	51.55	no
NITRATI	00409600003	43.55	53.20	51.90	48.95	48.85	50.35	49.3	44.35	42.25	42.6	42.45	no
NITRATI	00417910001	87.30	67.35	65.15	60.35	60.4	52.75	57.55	51.2	59.3	62.7	66.15	no
NITRATI	00421500012	89.75	69.85	55.85	57.25	58.25	55.3	49.3	53.95	62.1	48.3	49.4	no

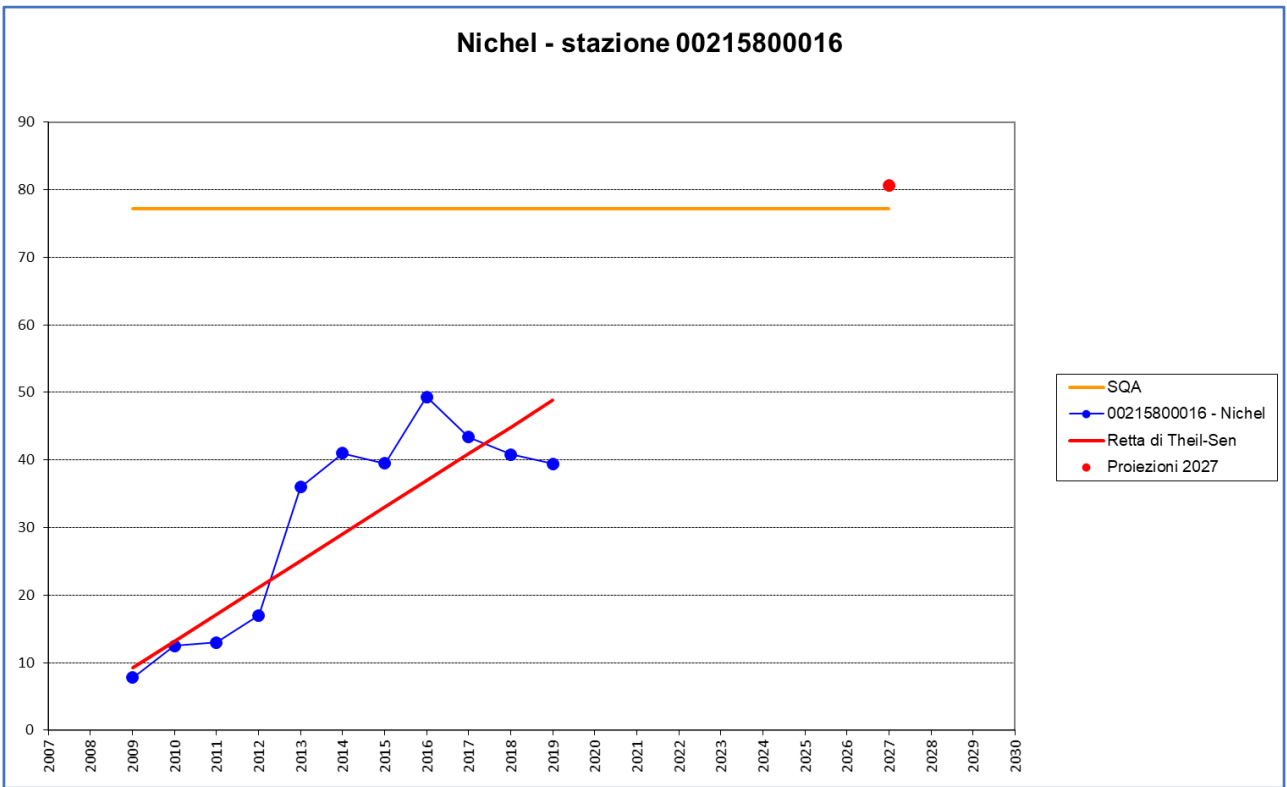
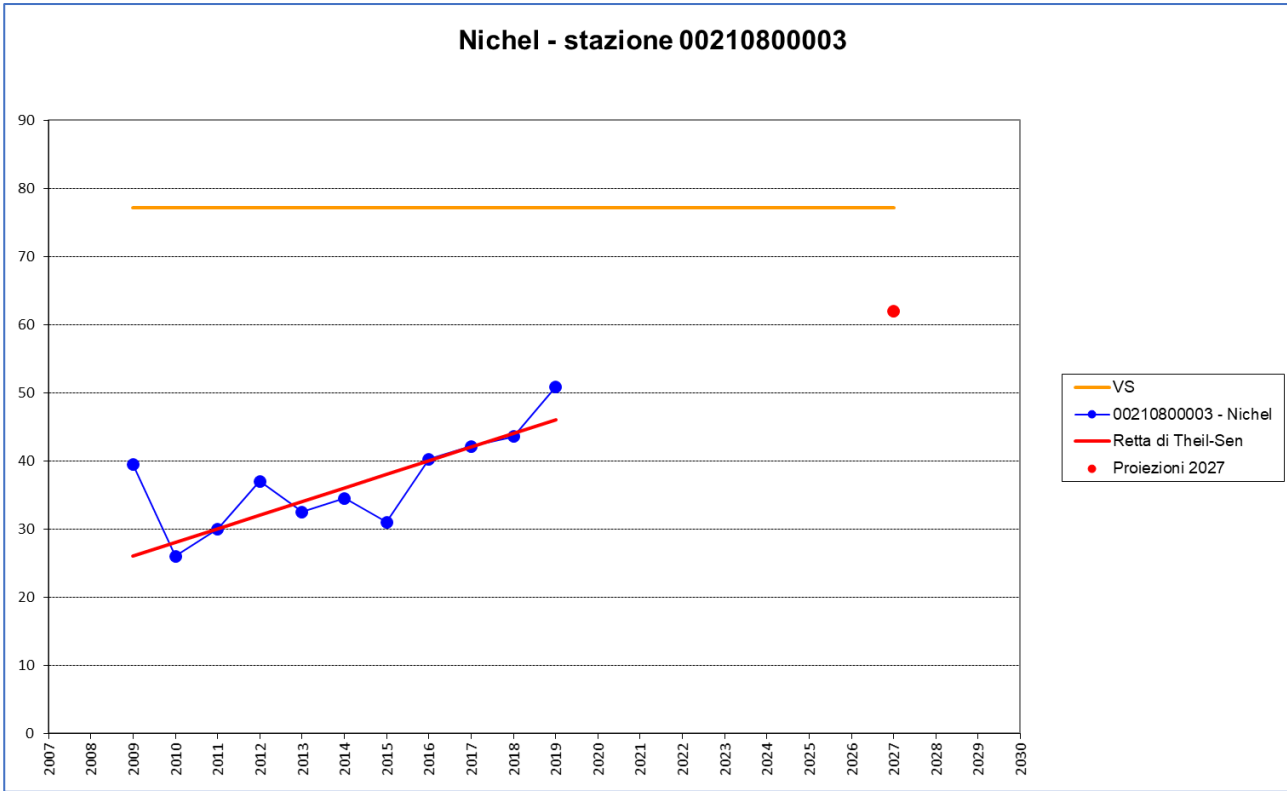
Un'ultima considerazione, analoga a quanto detto prima, riguarda lo stato chimico del GWB. In questo studio vengono presi in considerazione soltanto i trend ascendenti, per cui un corpo idrico sotterraneo, nel suo complesso, può avere o non avere tendenza ascendente per un dato parametro, tuttavia questo è indipendente dallo stato chimico del GWB, che può essere a sua volta già Scarso per il medesimo o altri parametri.

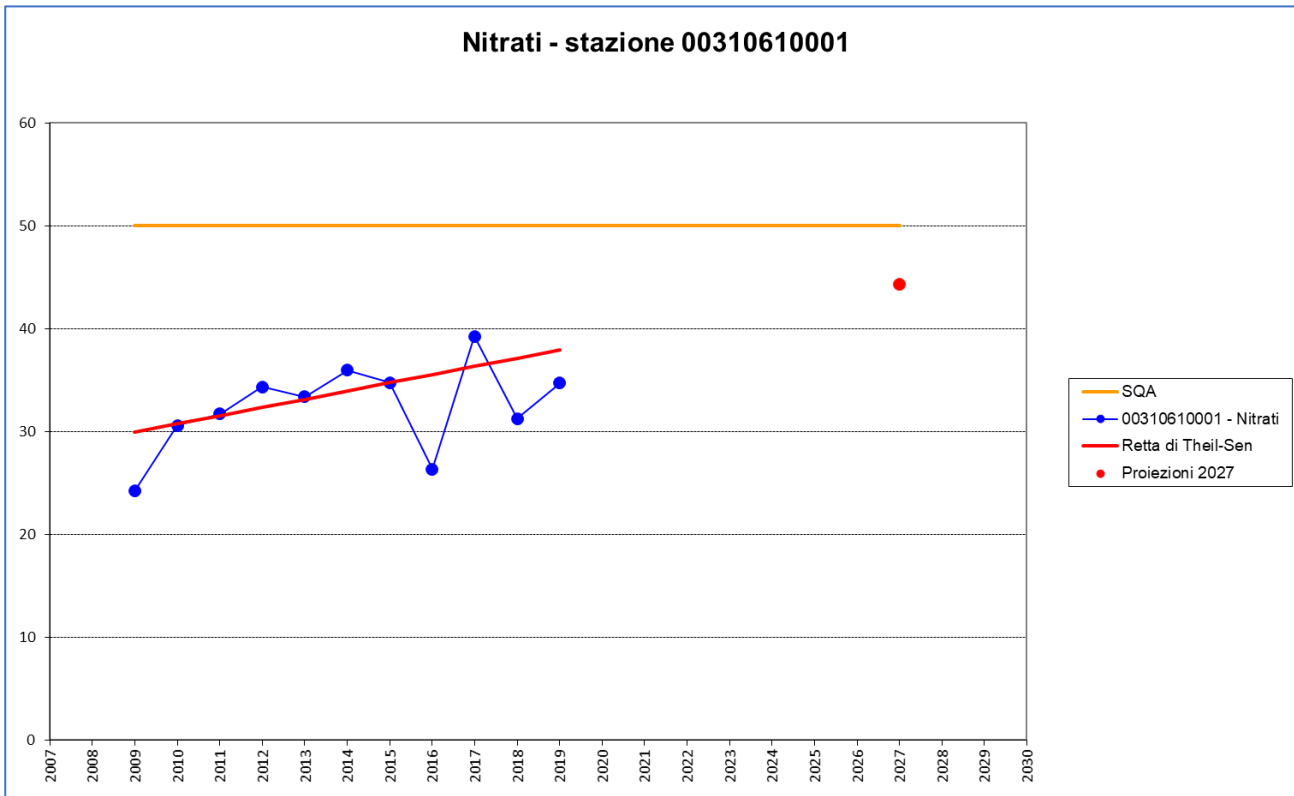
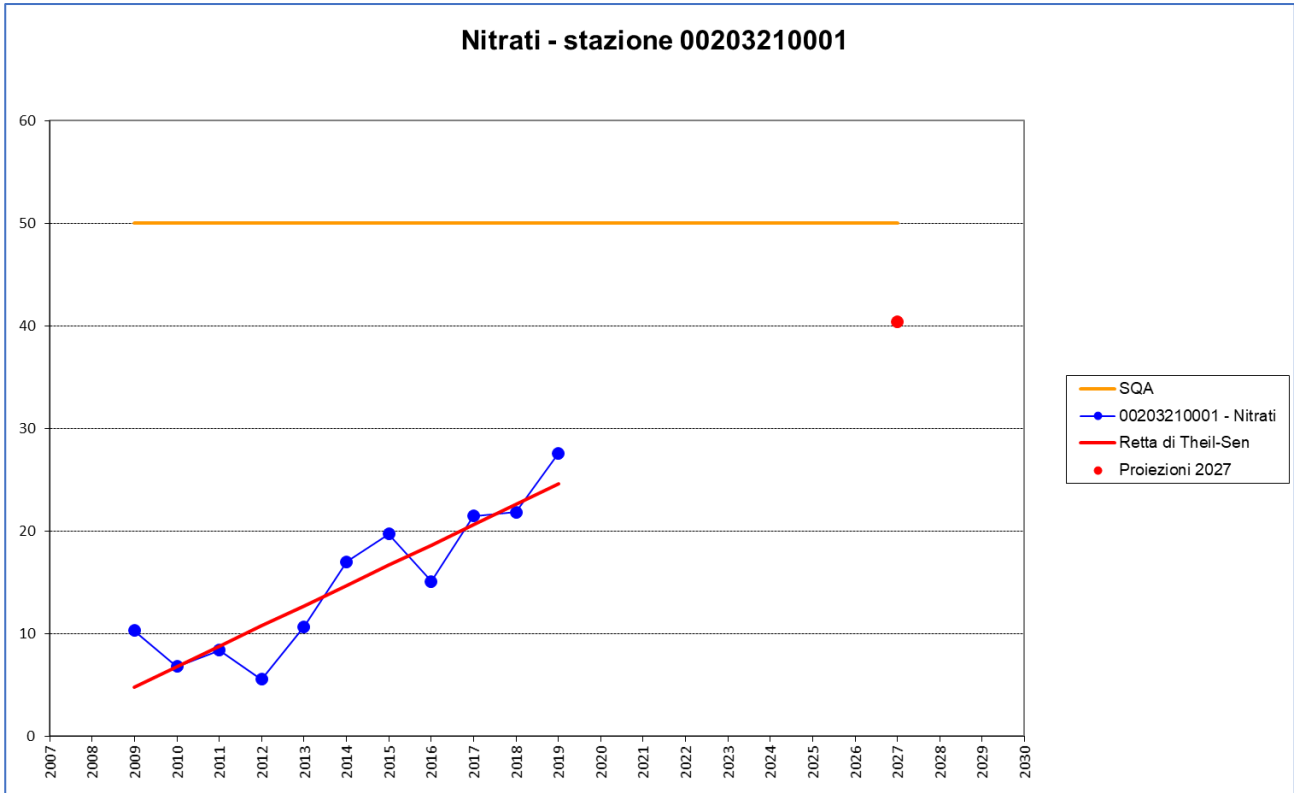
Vi sono pertanto diverse situazioni peculiari da vagliare, oltre a quanto affrontato in questo lavoro, per avere contezza della situazione generale: ogni corpo idrico sotterraneo dovrà essere valutato considerando tutti i fattori che concorrono alla definizione del rischio di non raggiungimento o di non mantenimento dello stato di qualità Buono, come previsto dalla DQA.

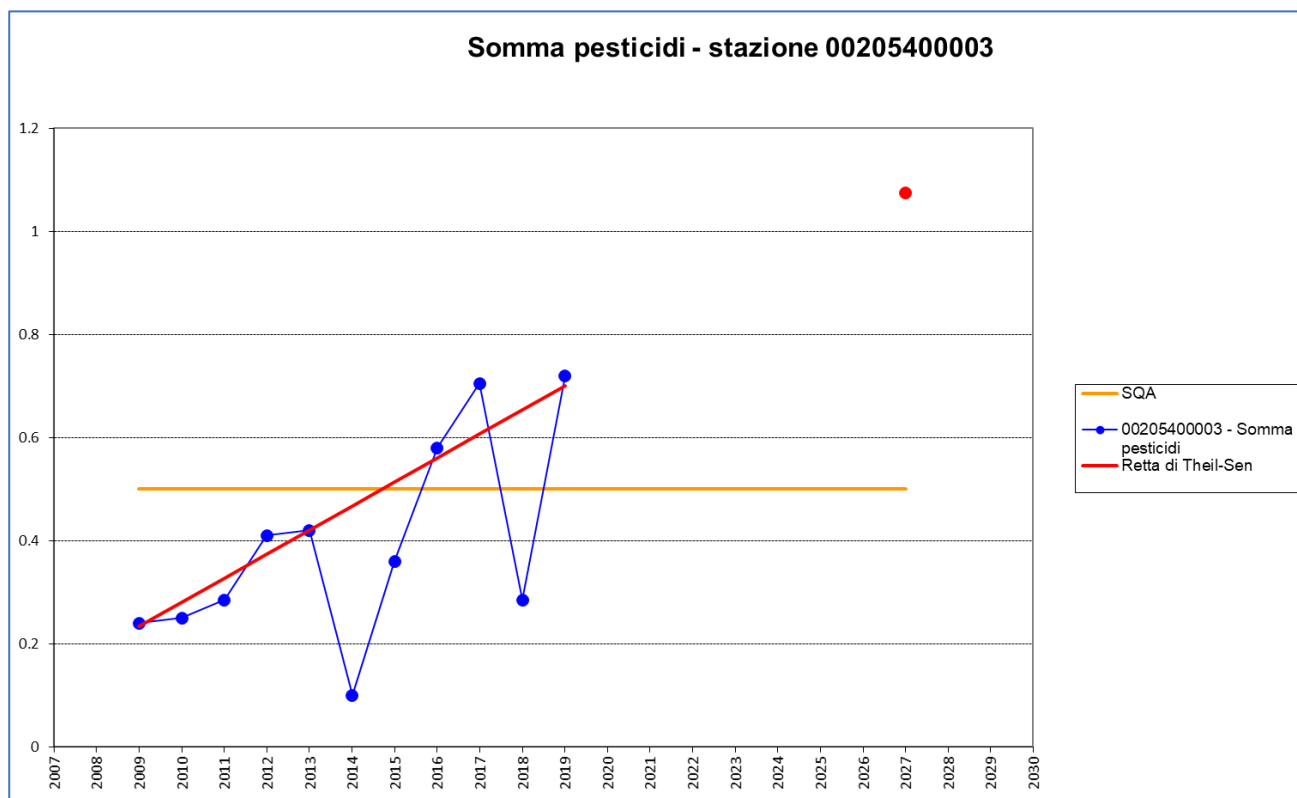
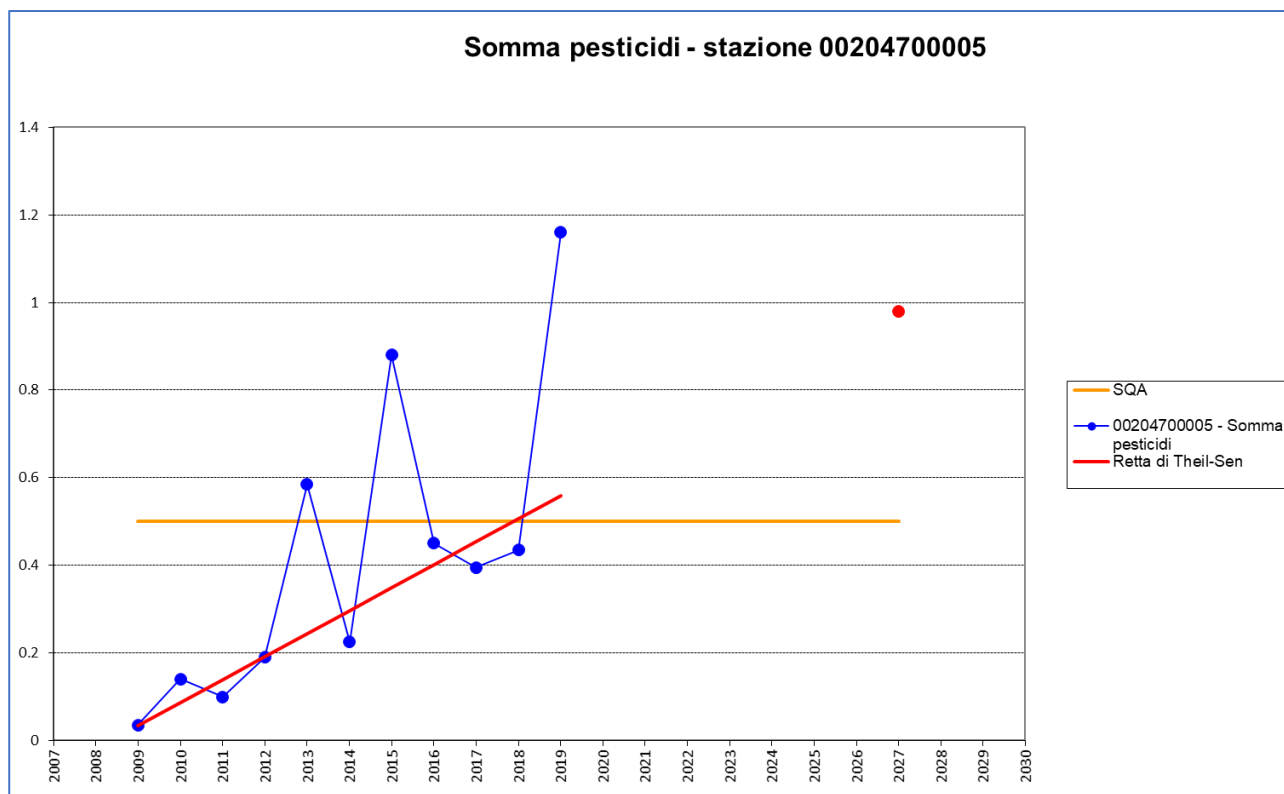
ALLEGATO 1 – Grafici

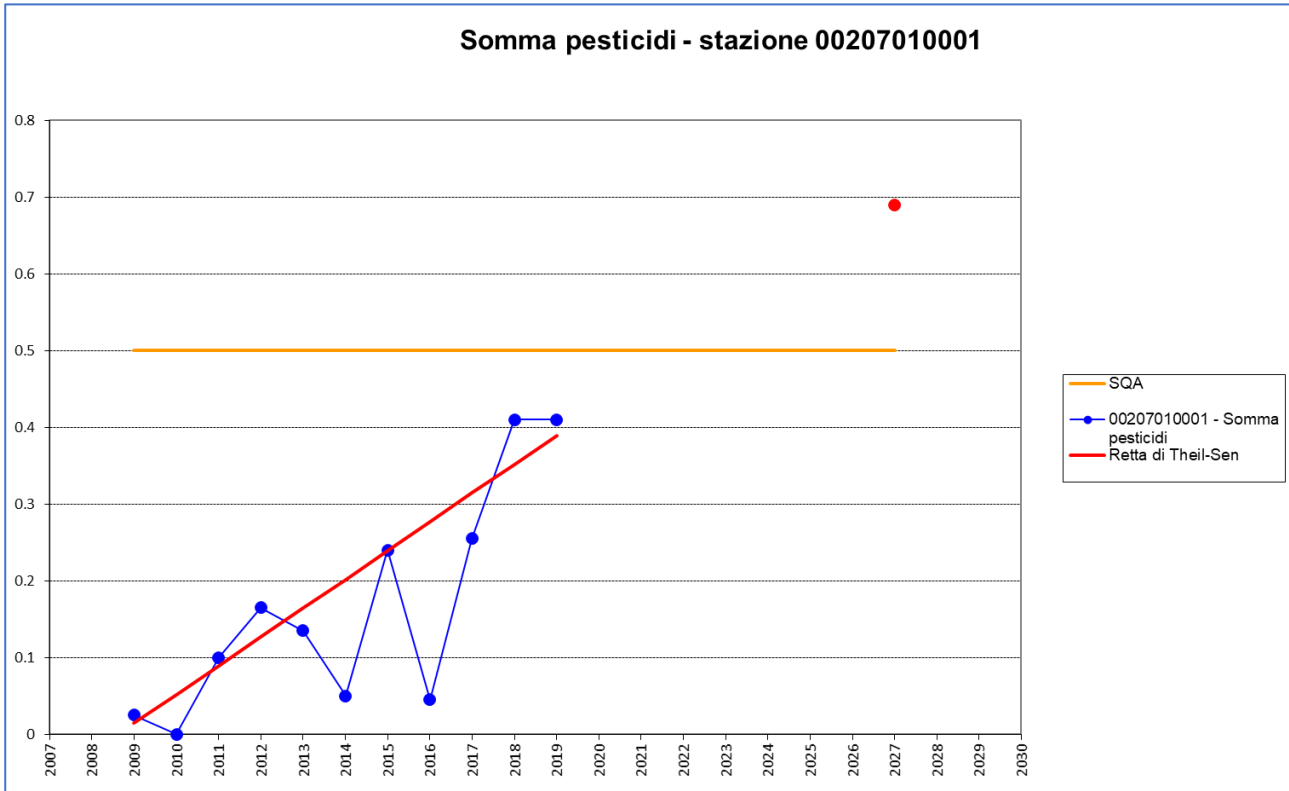
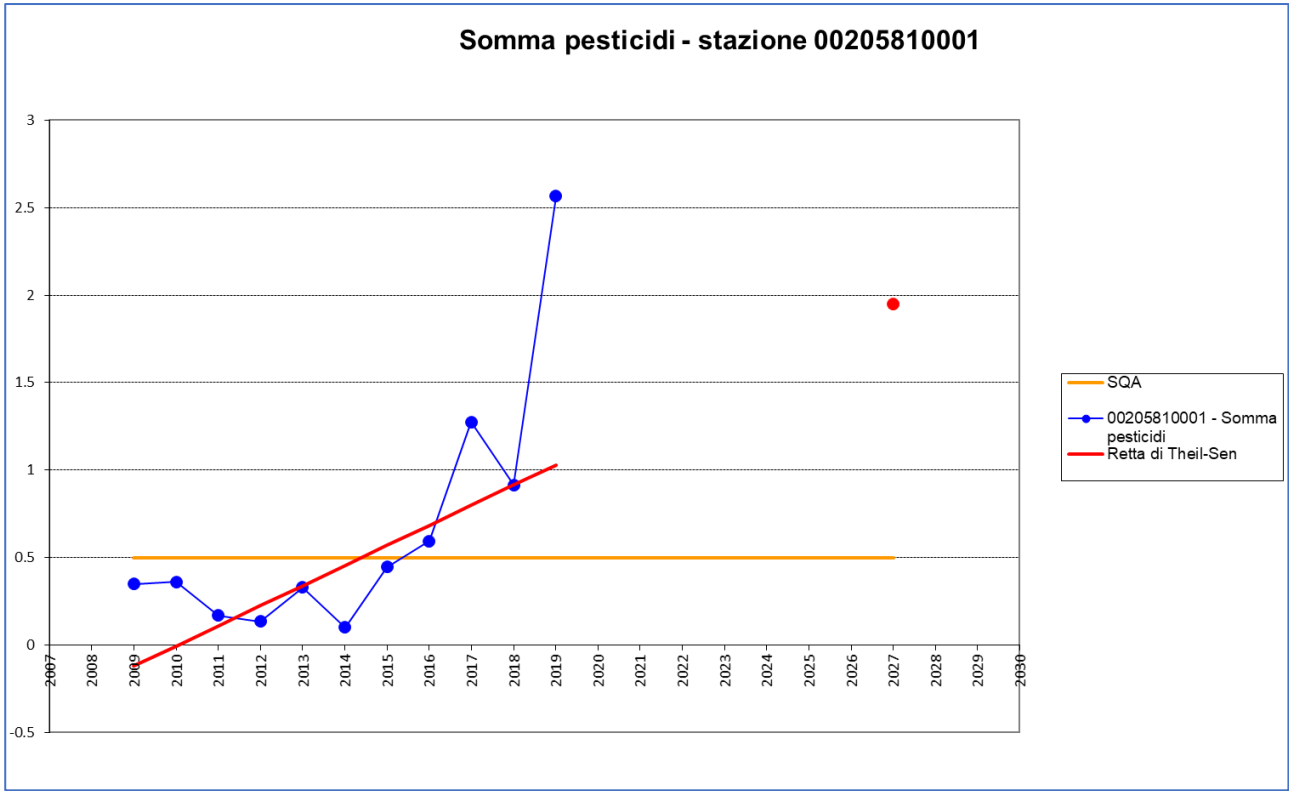
GWB-S1

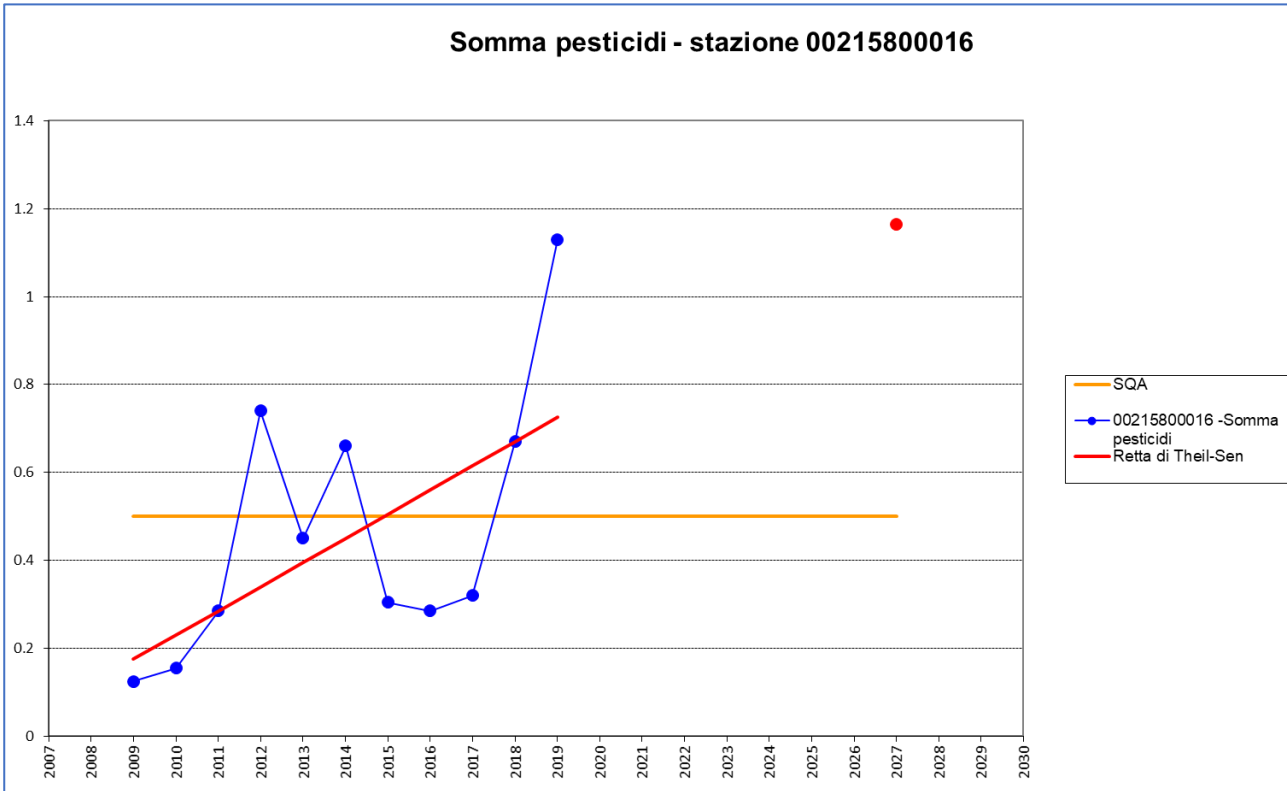
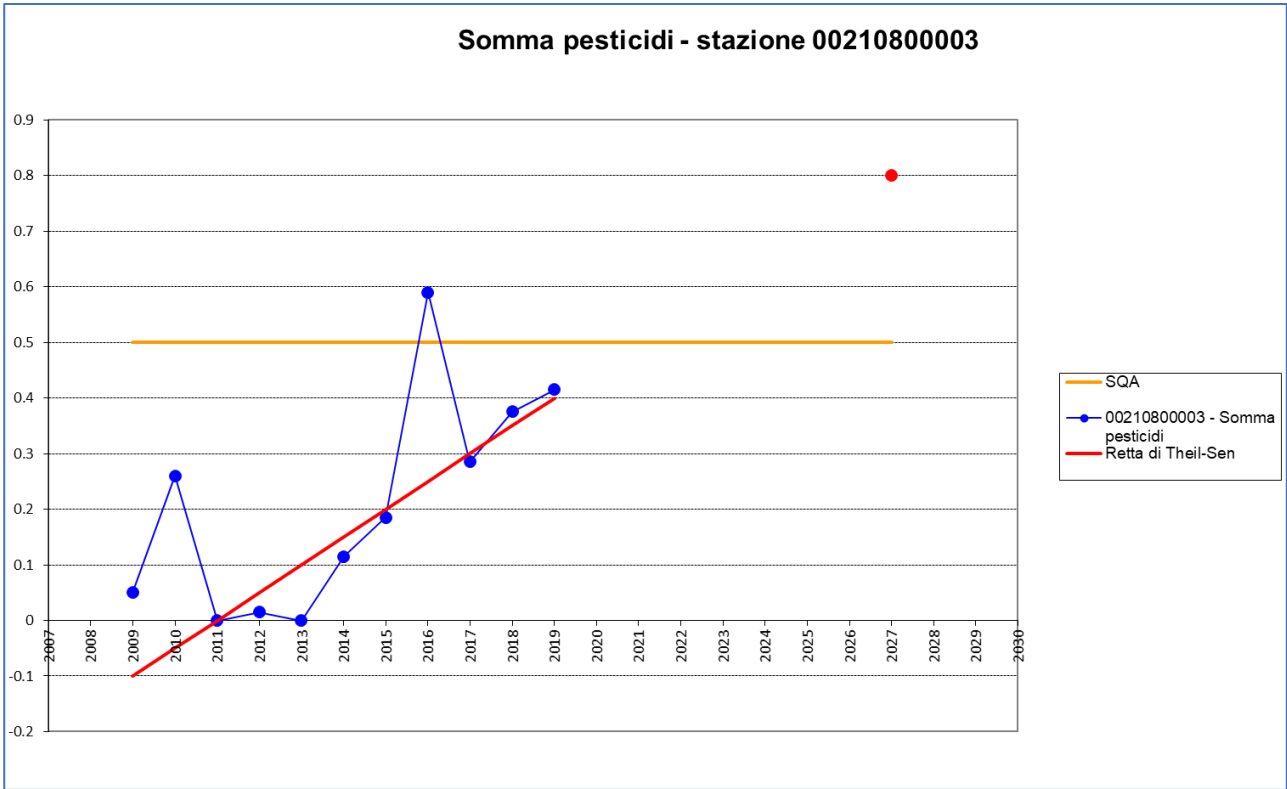


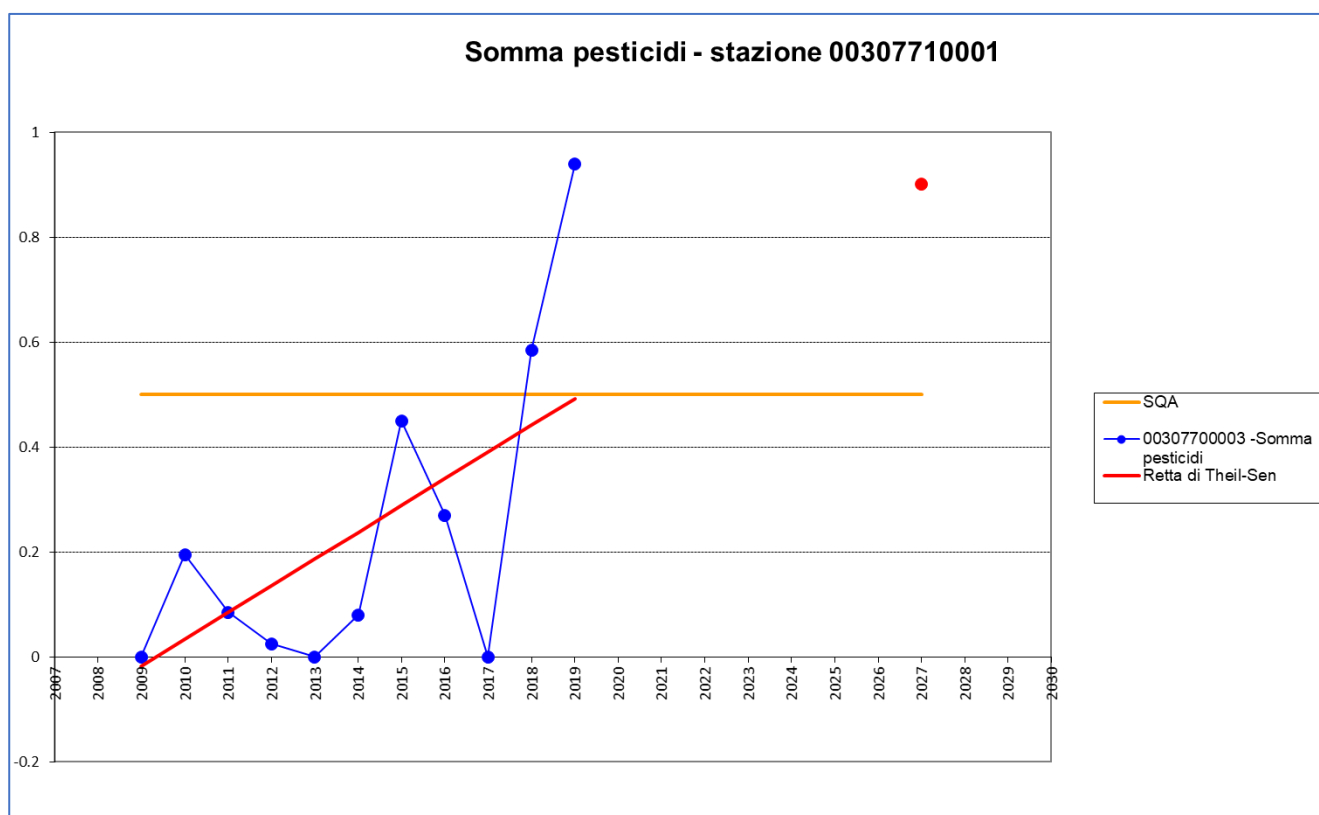
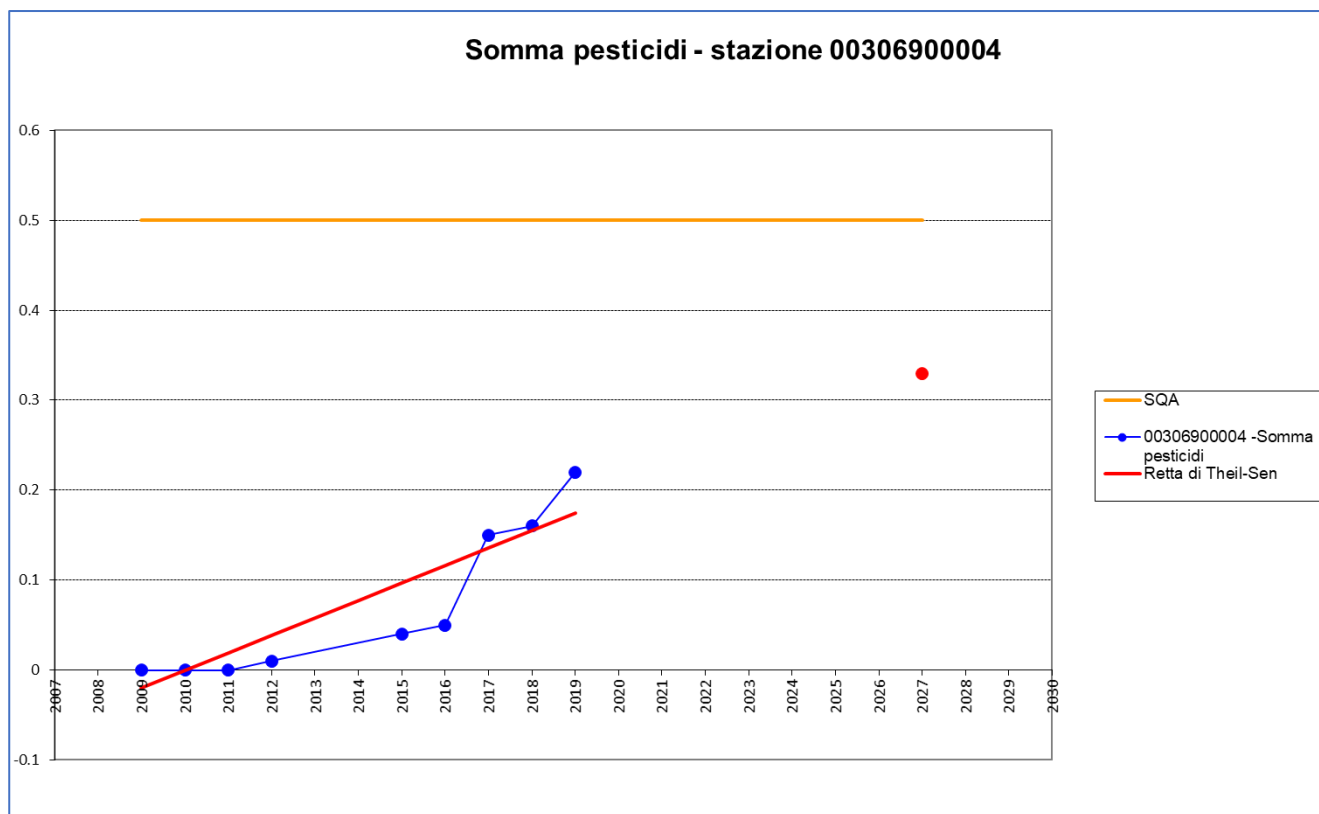


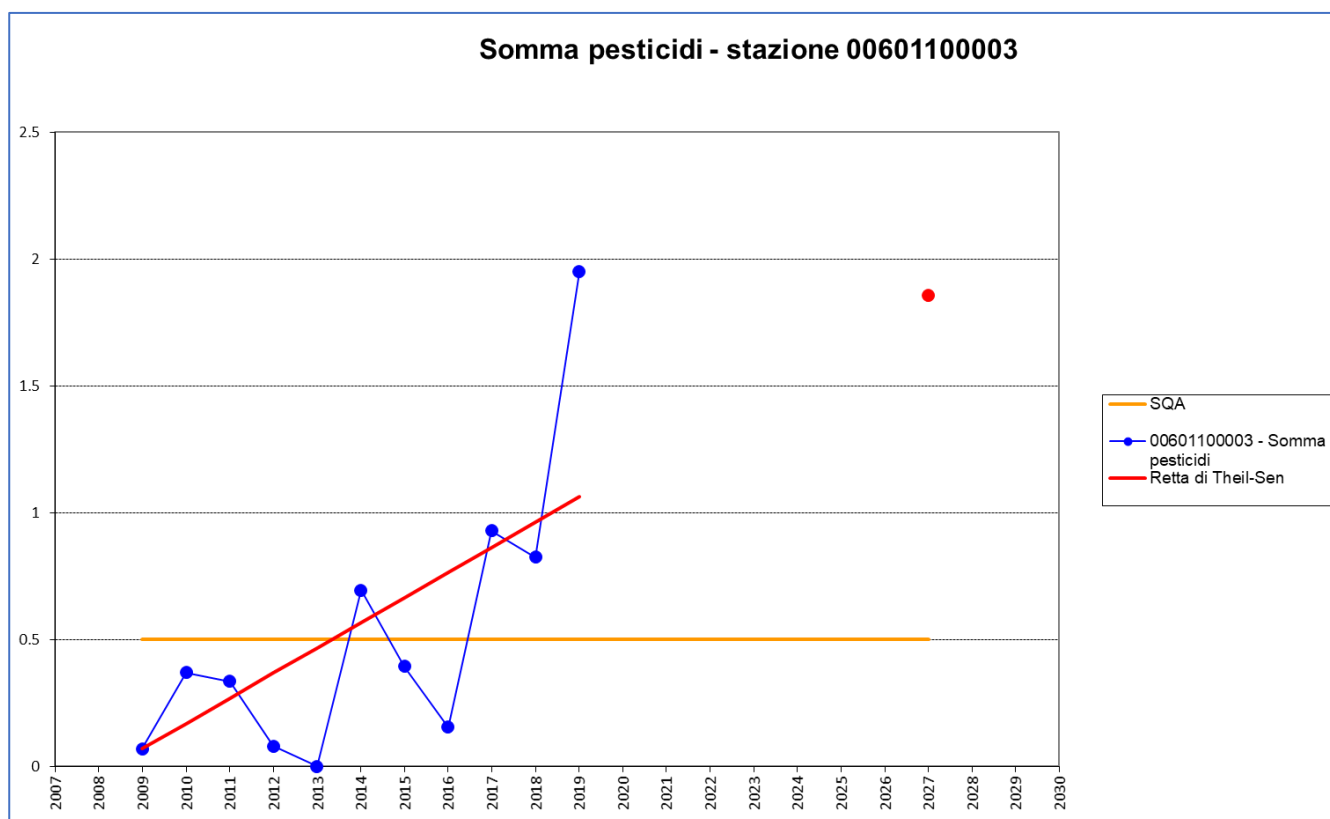
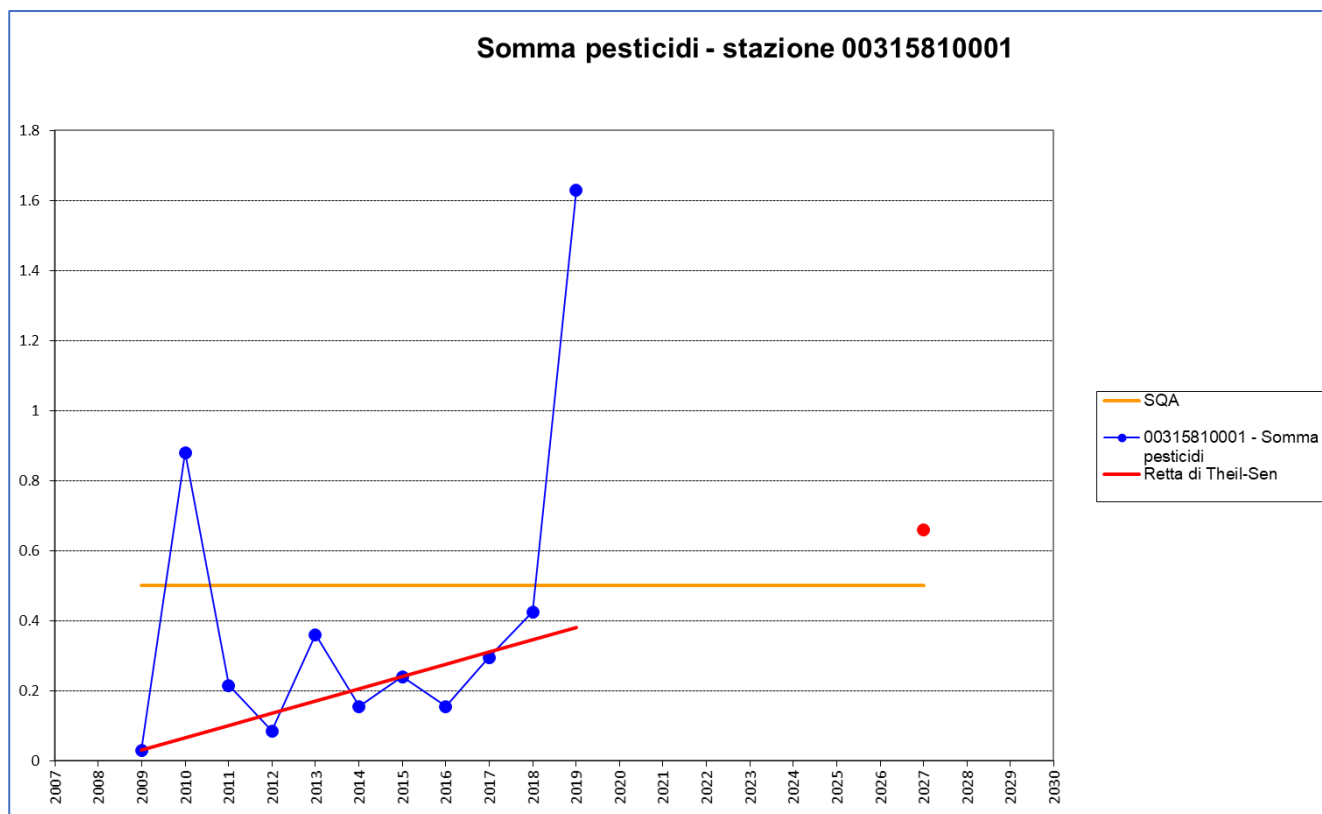


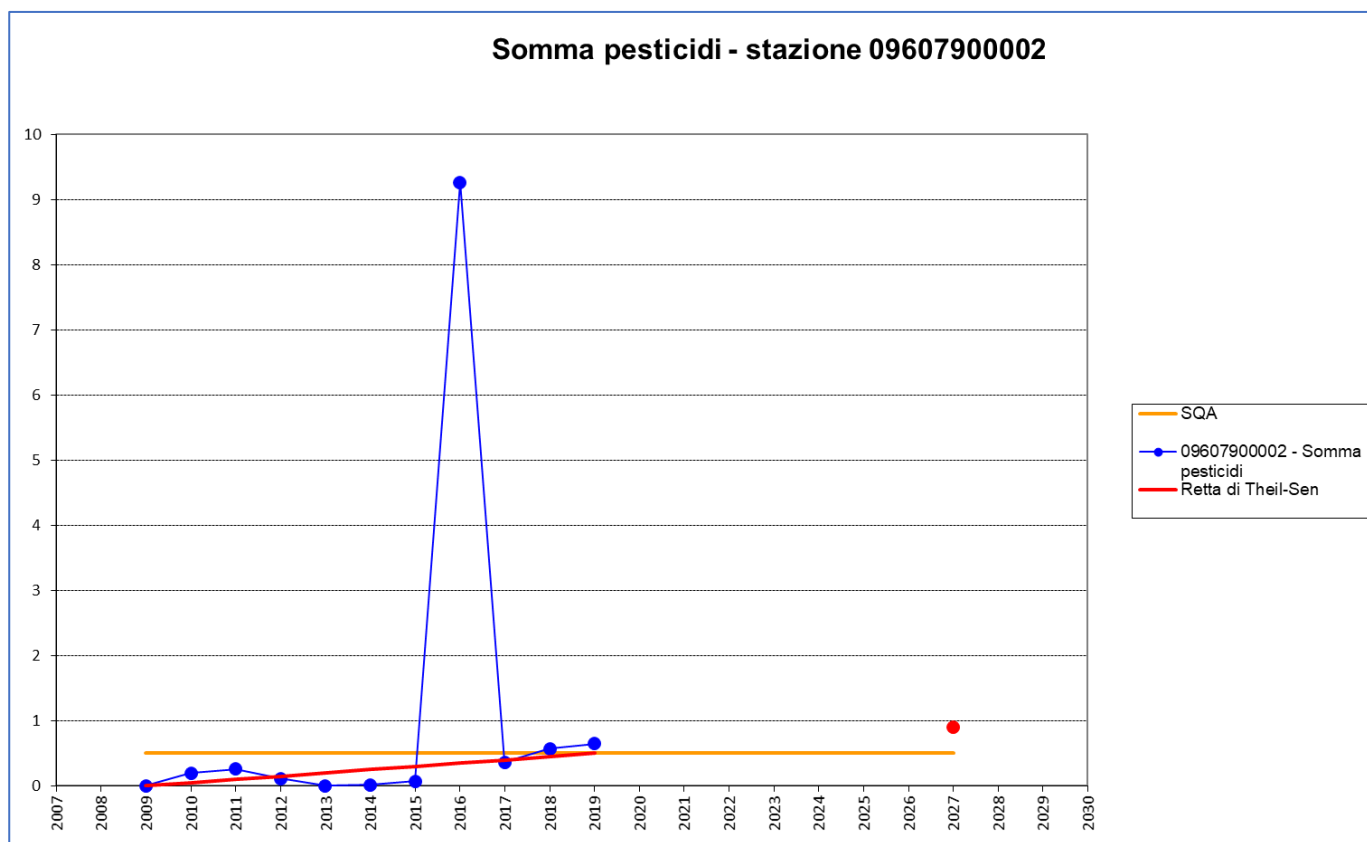
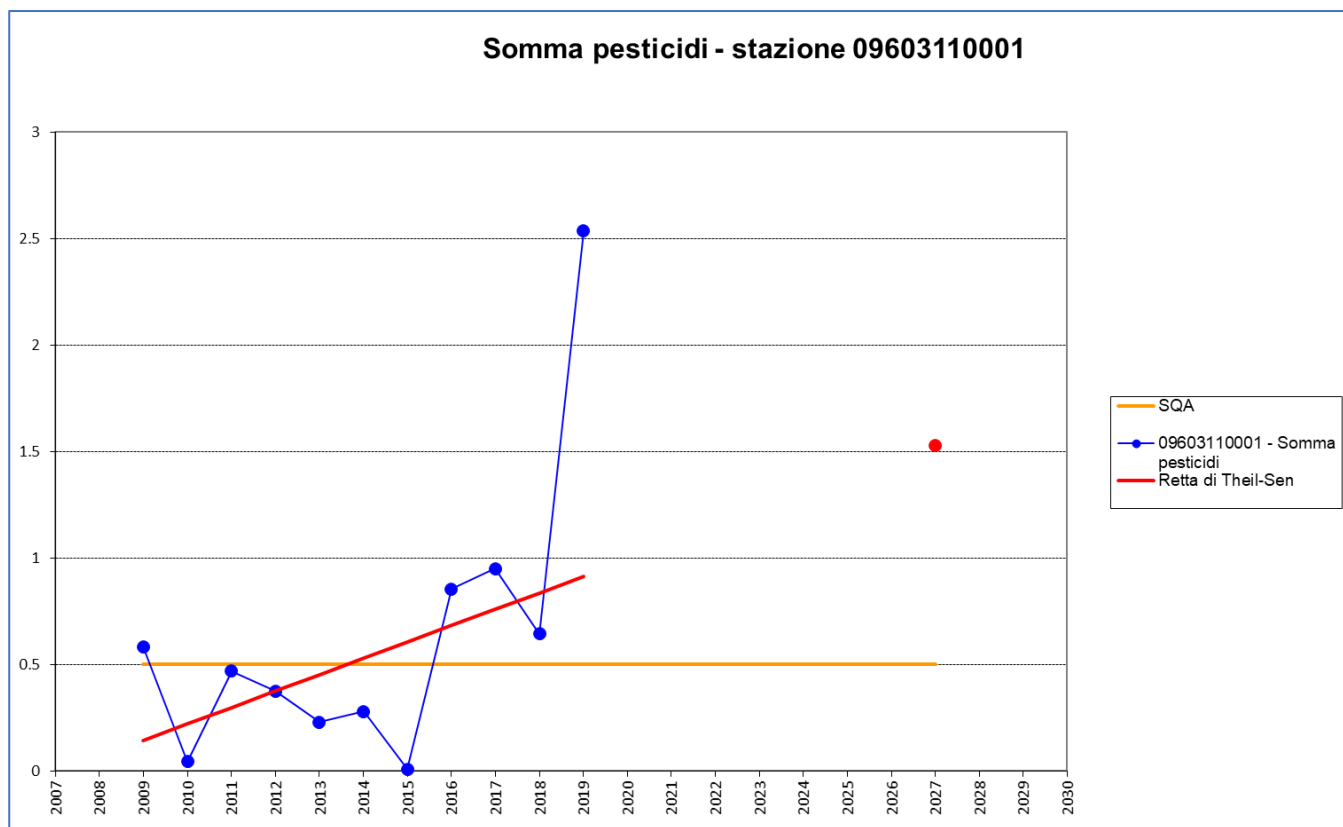




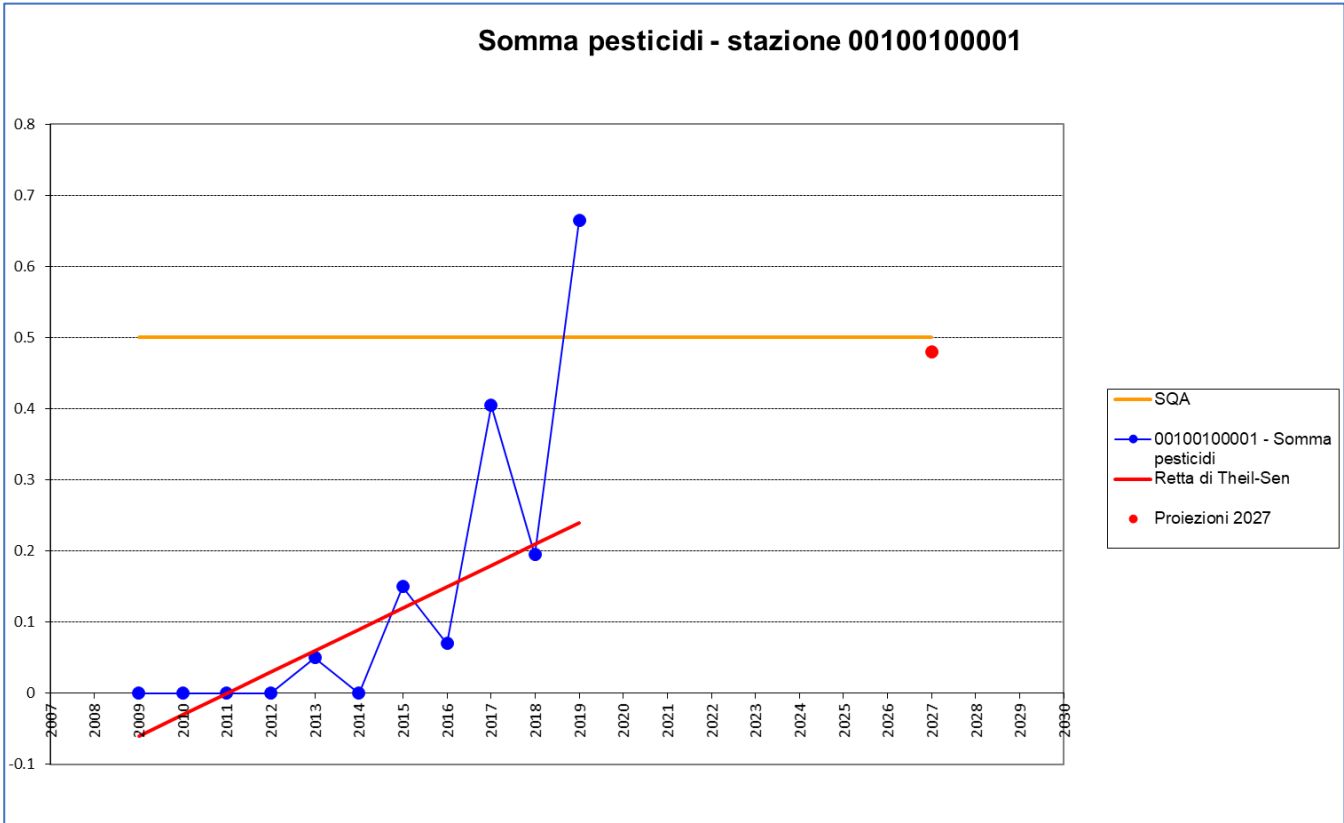




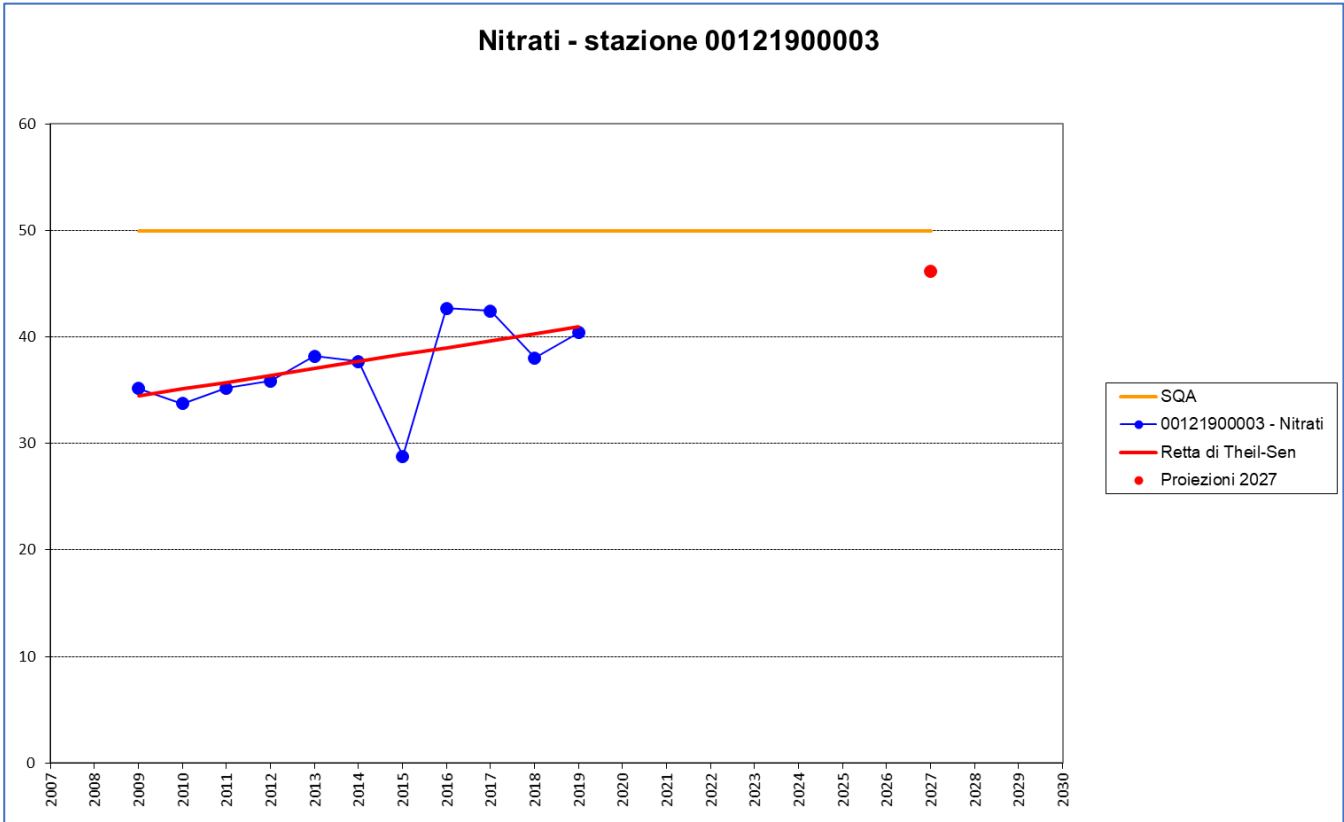


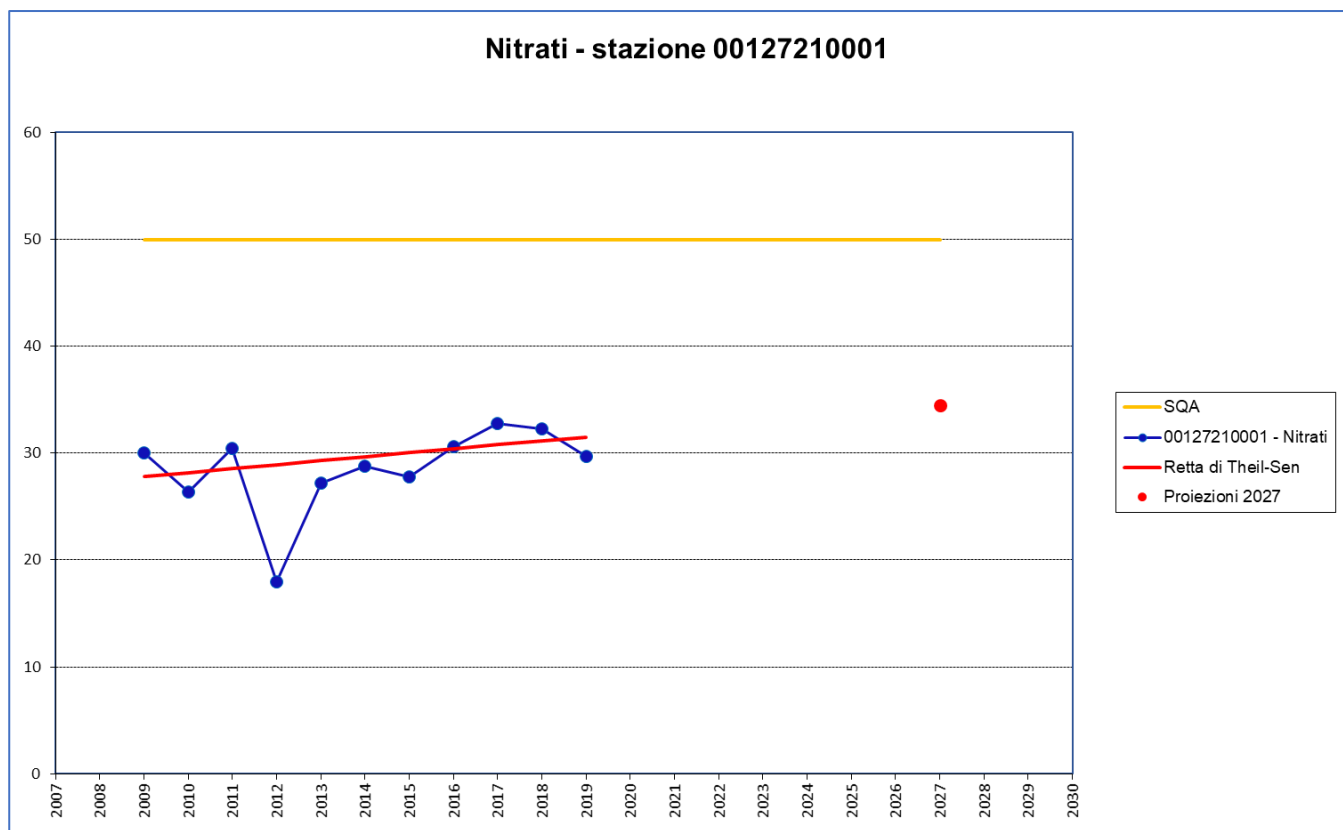


GWB-S3a

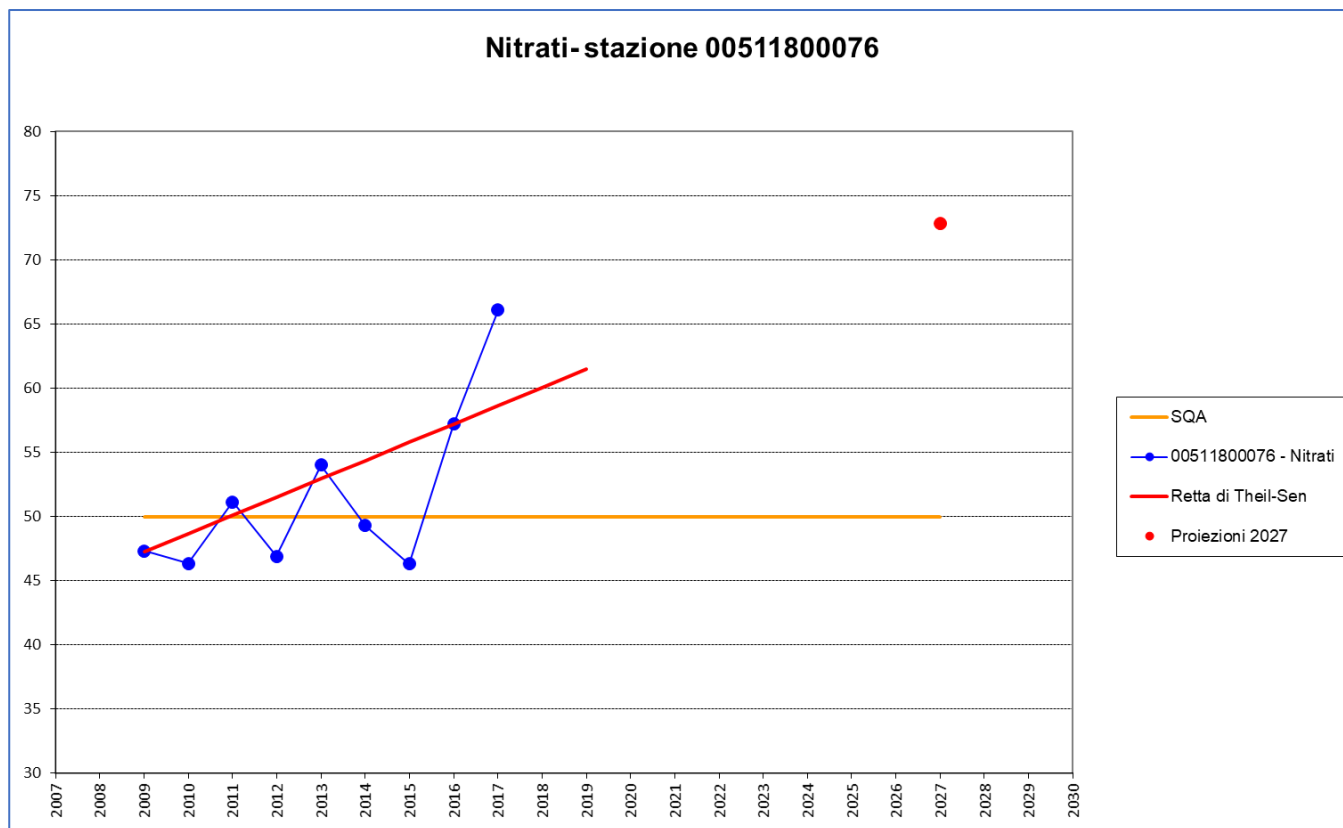


GWB-S3b





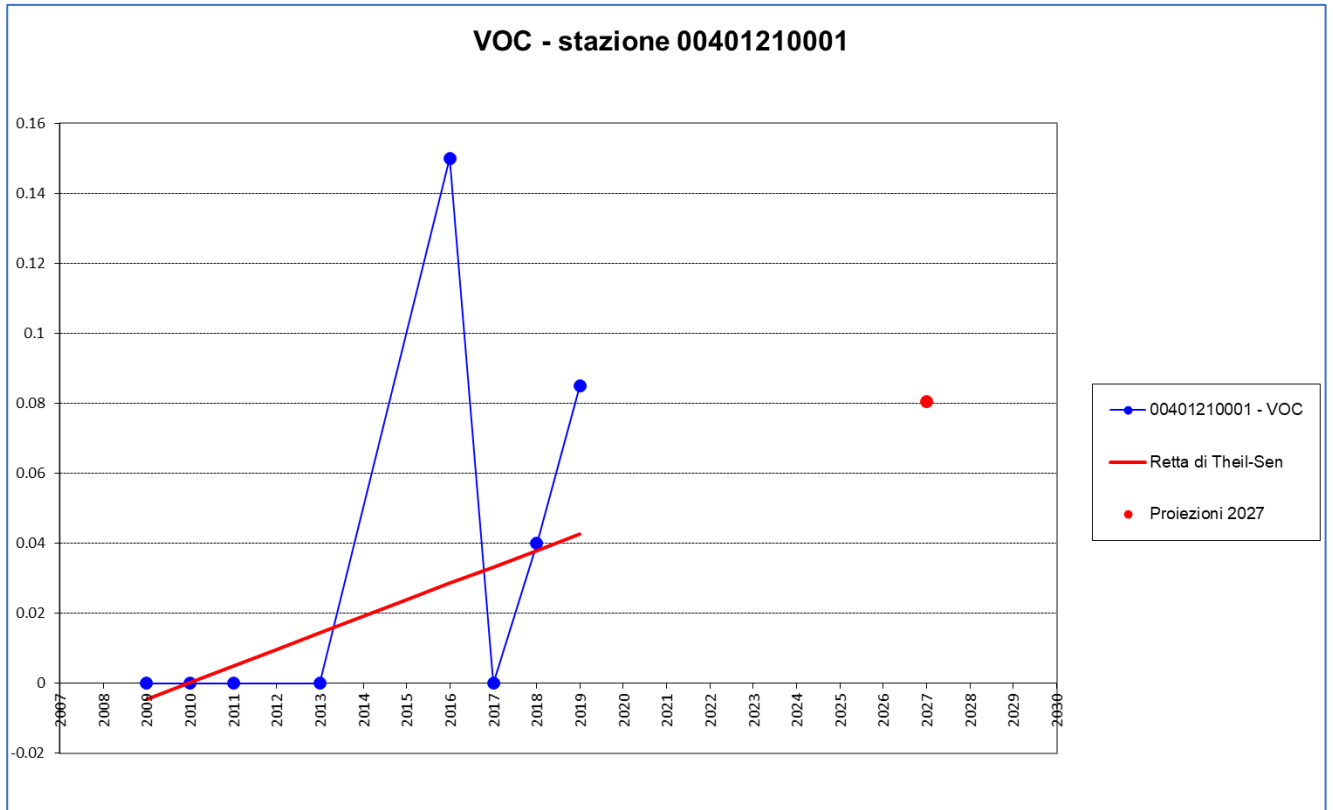
GWB-S4a



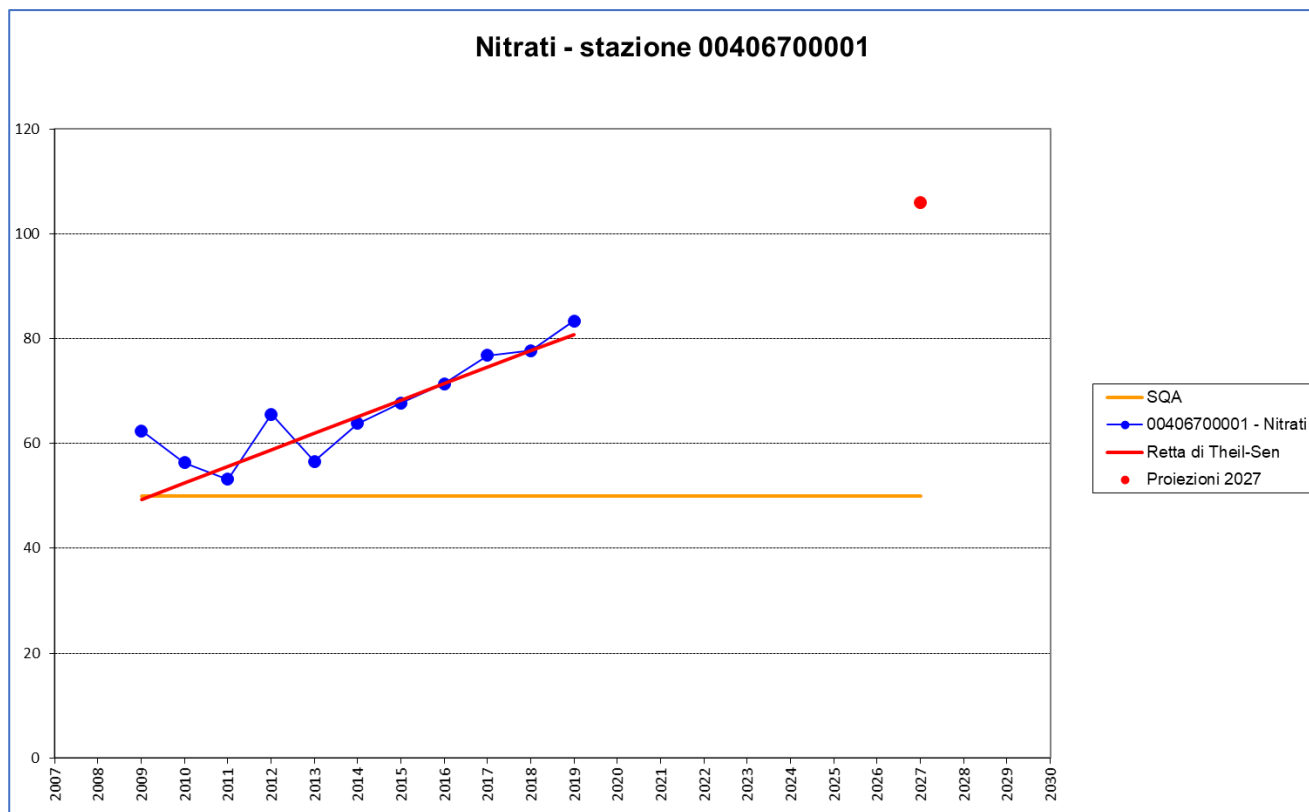
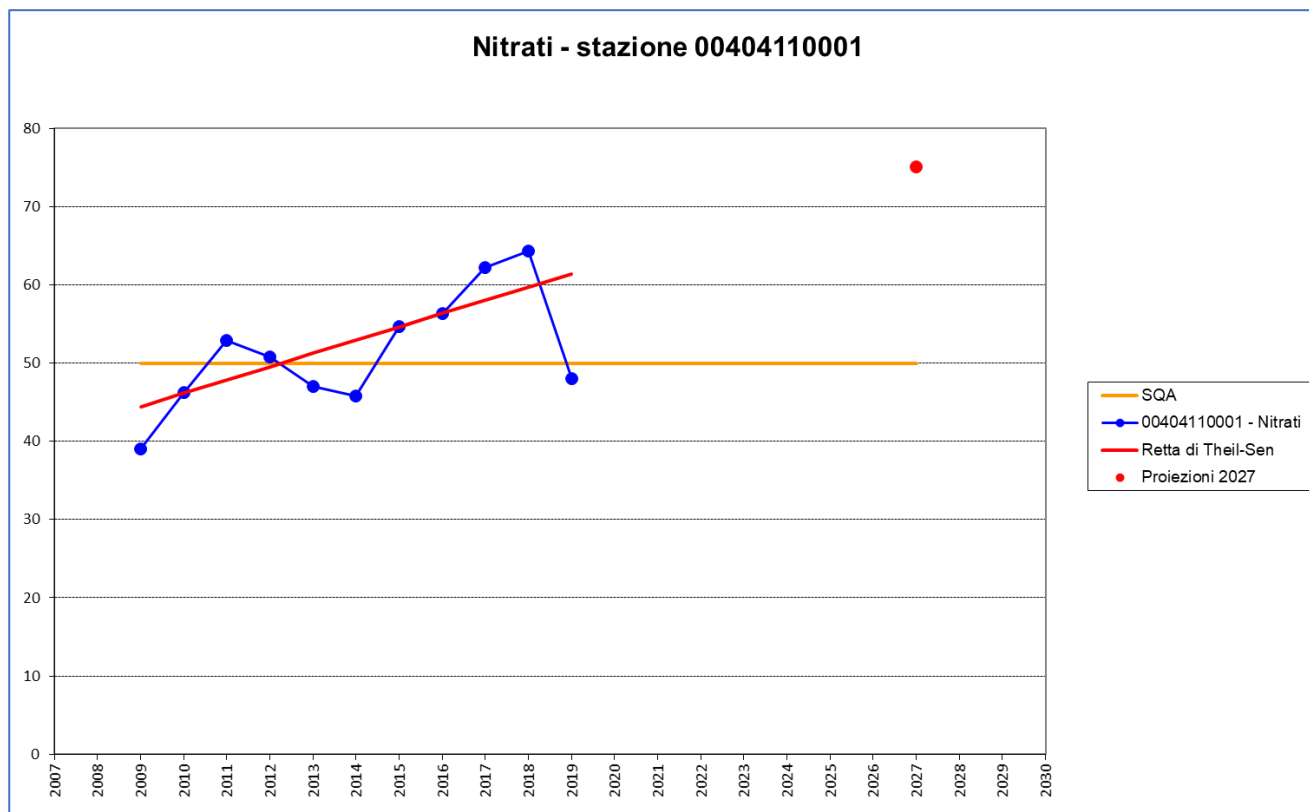
GWB-S4b

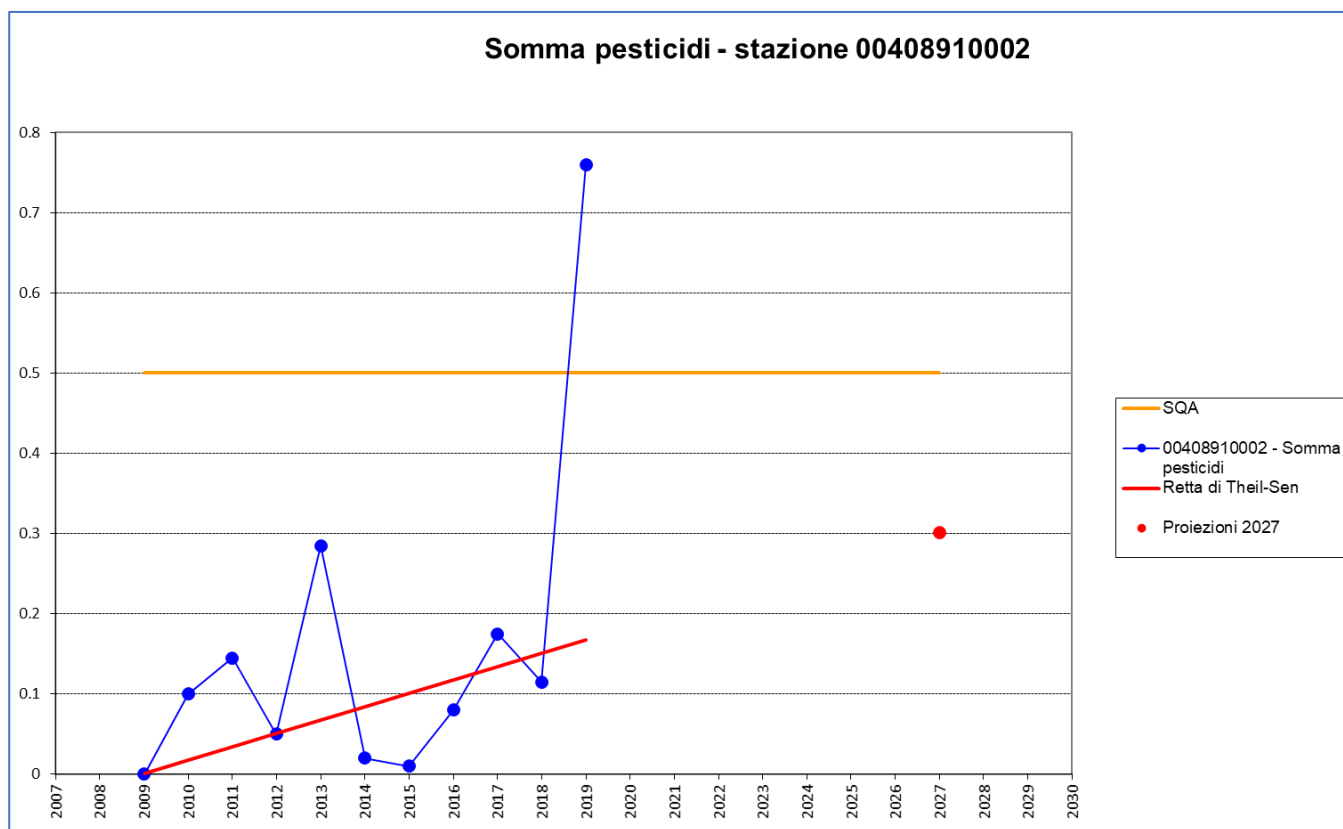
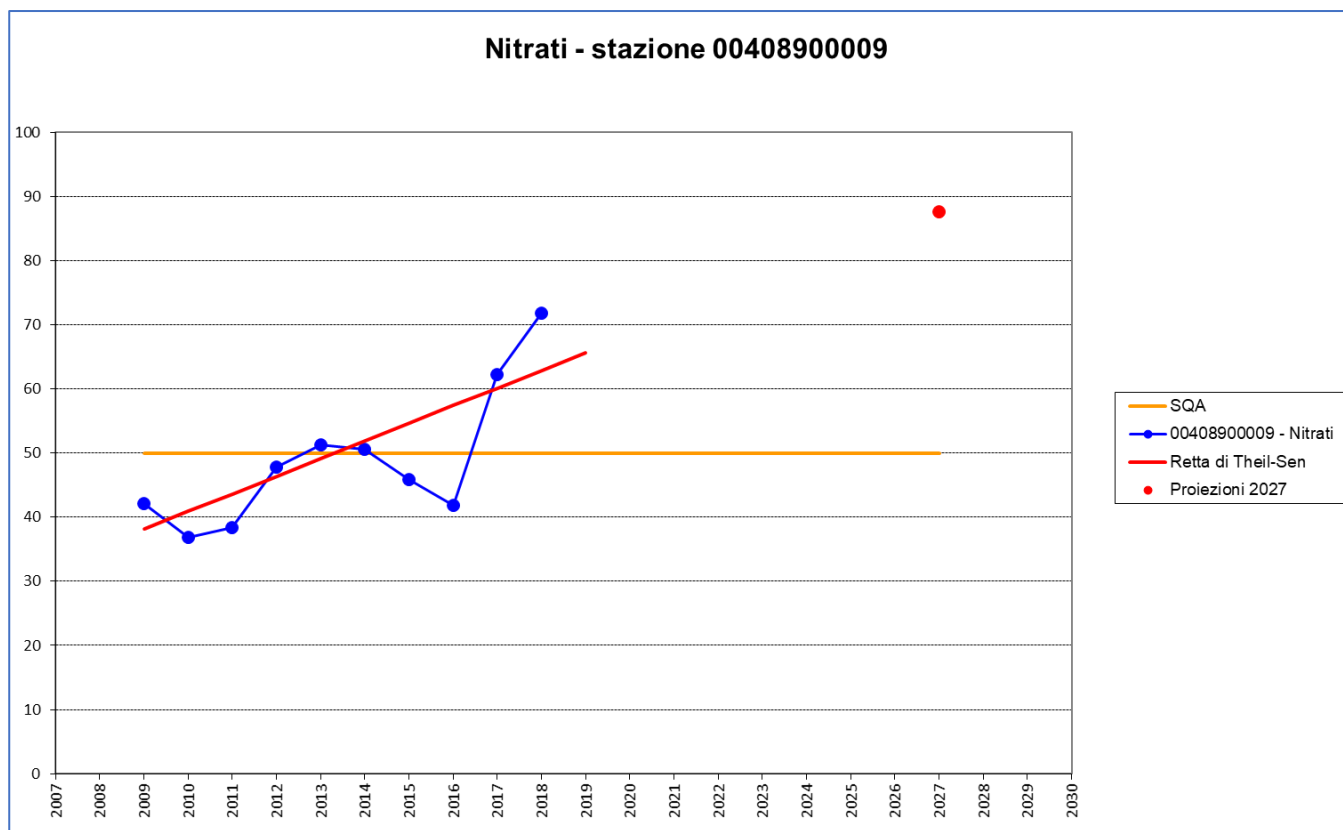
Non ci sono trend che superano la soglia né che si avvicinano.

GWB-S5b

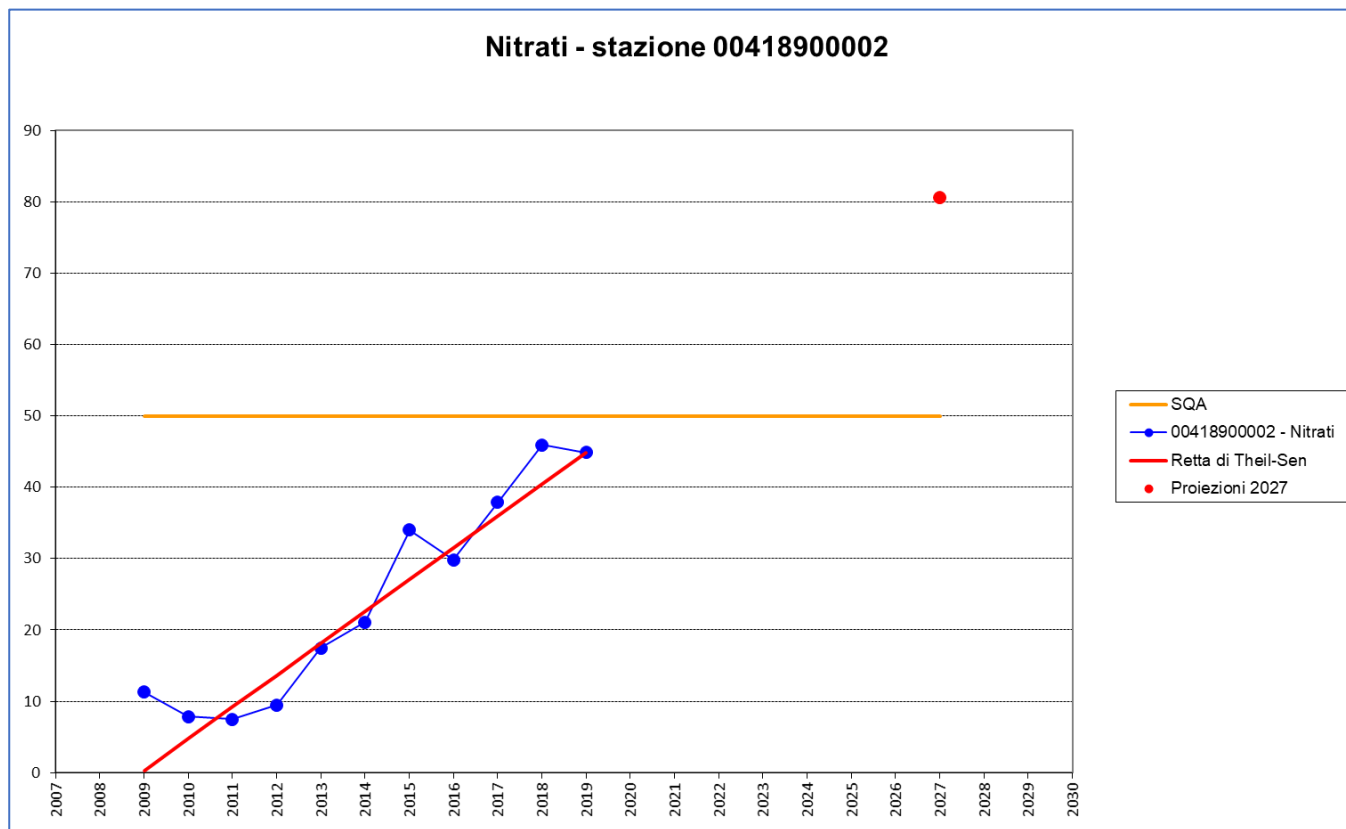


GWB-S6

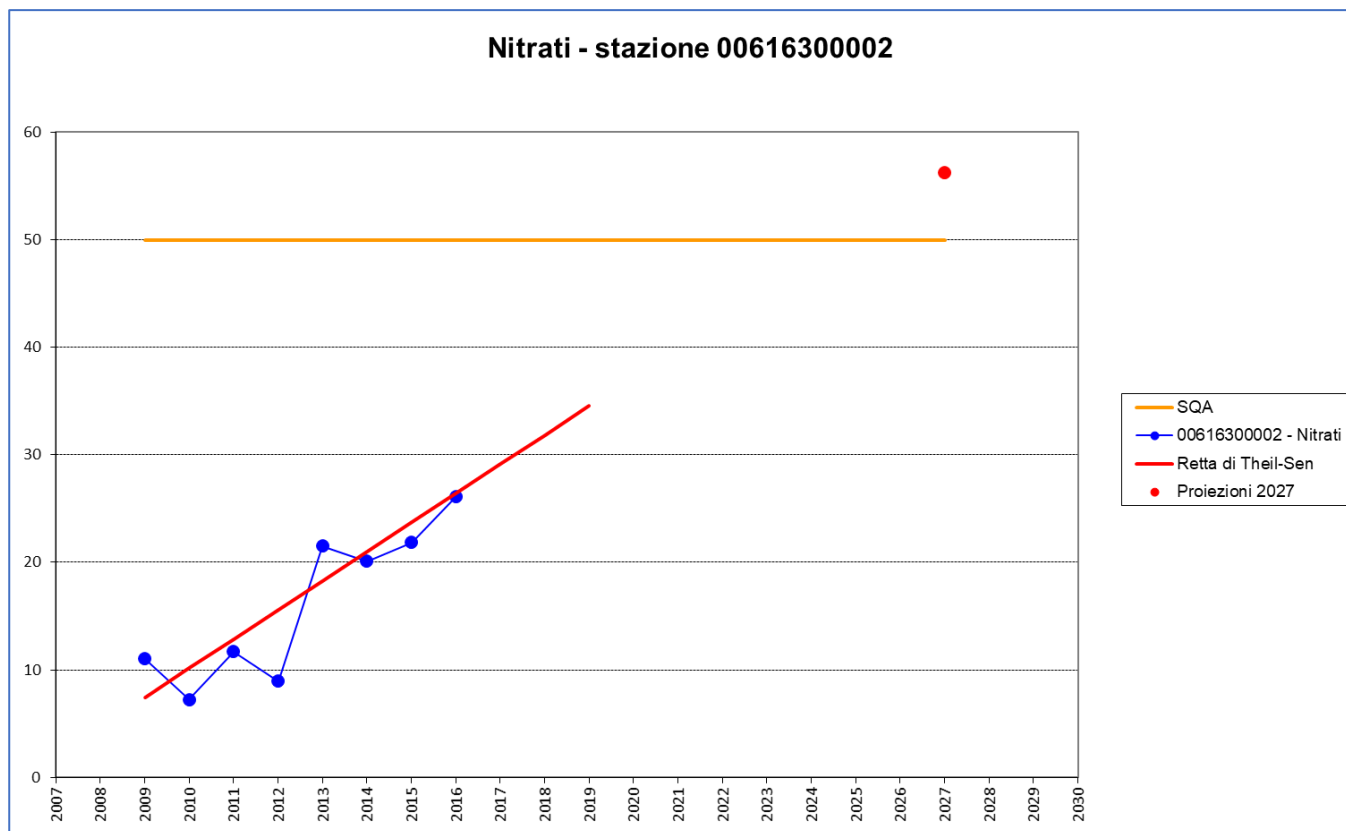




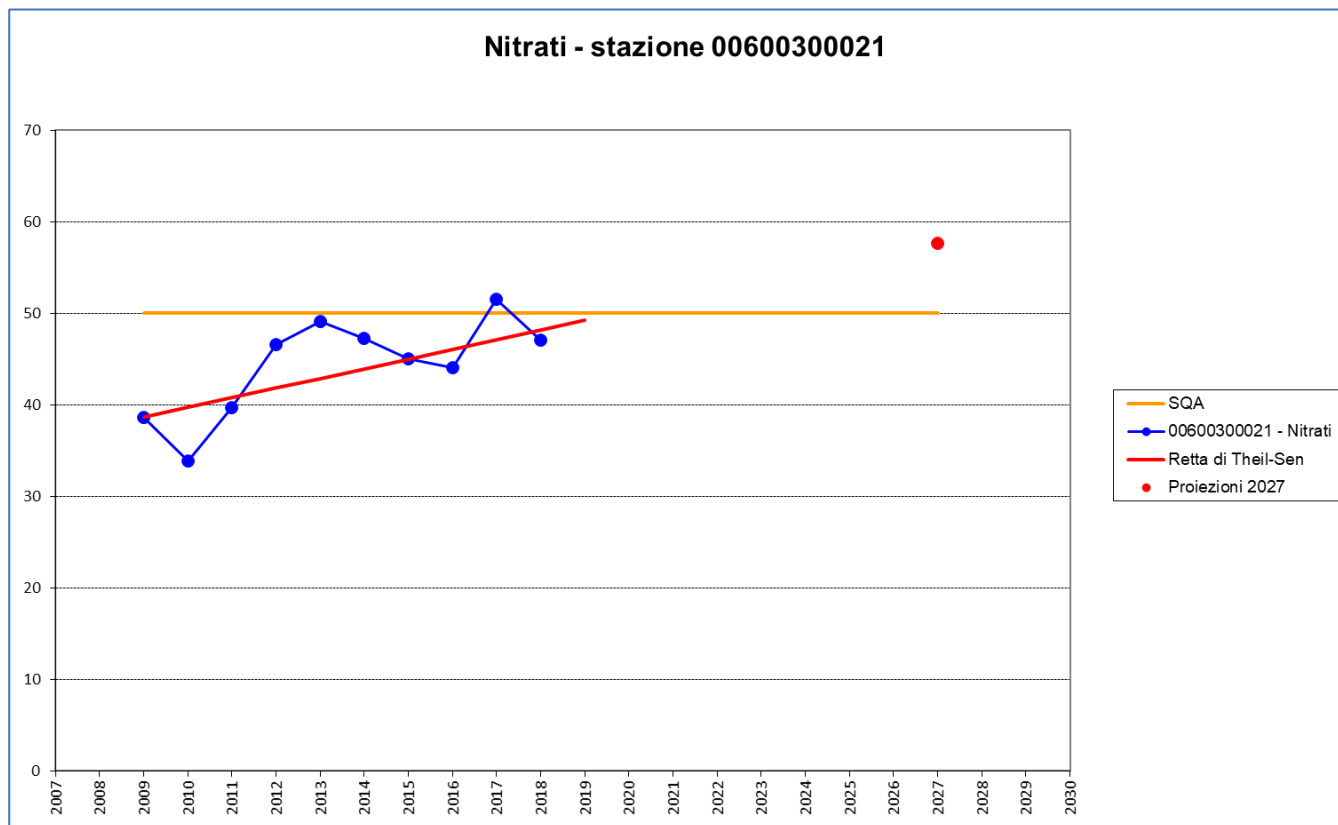
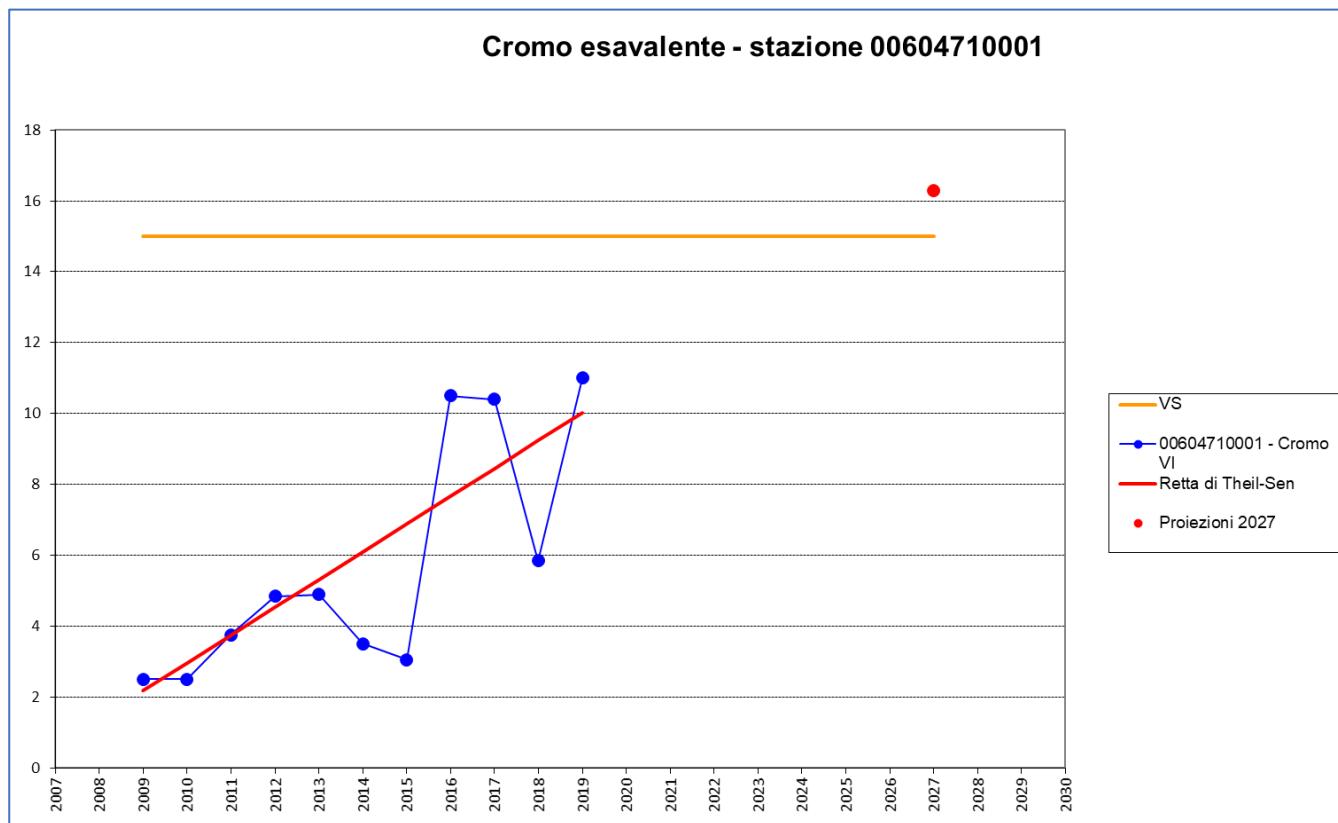
GWB-S7

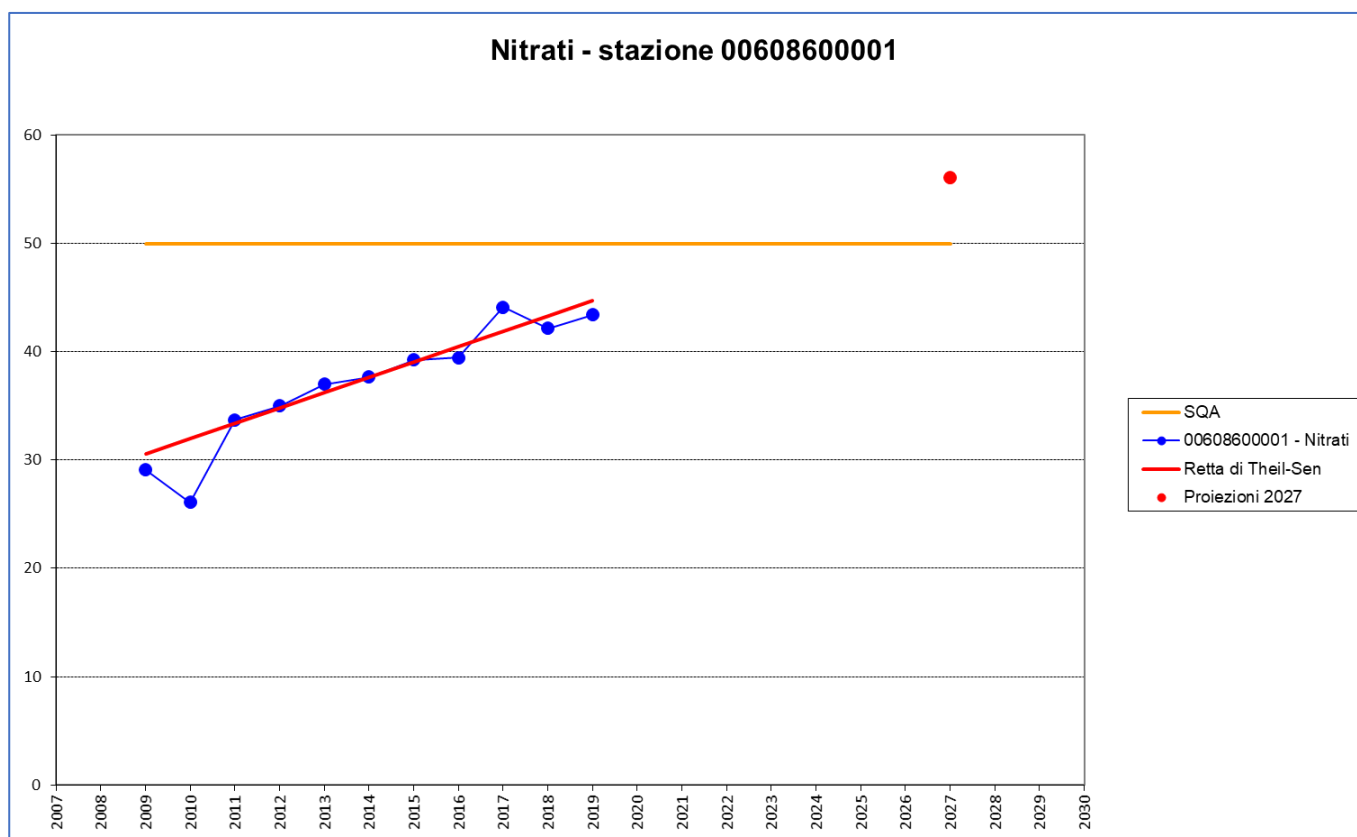
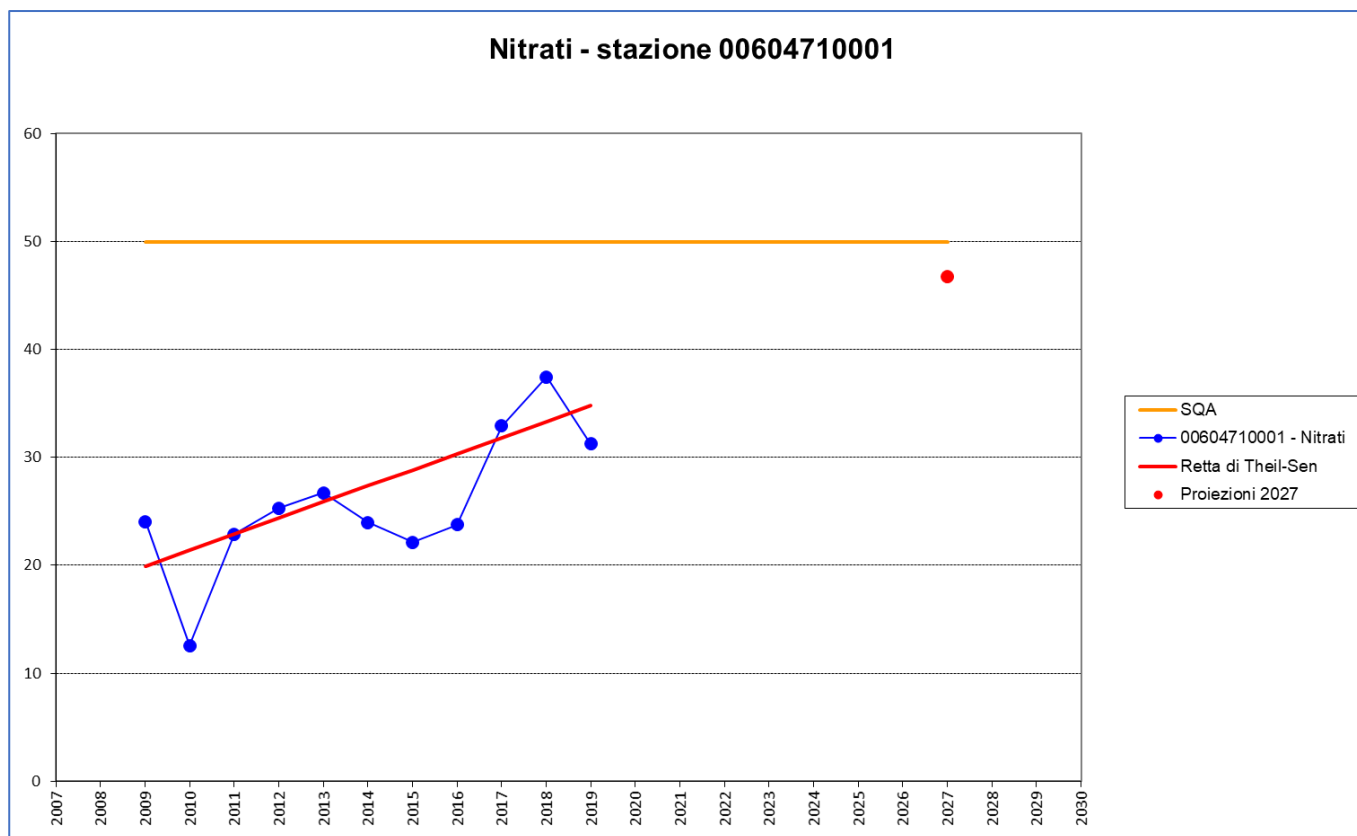


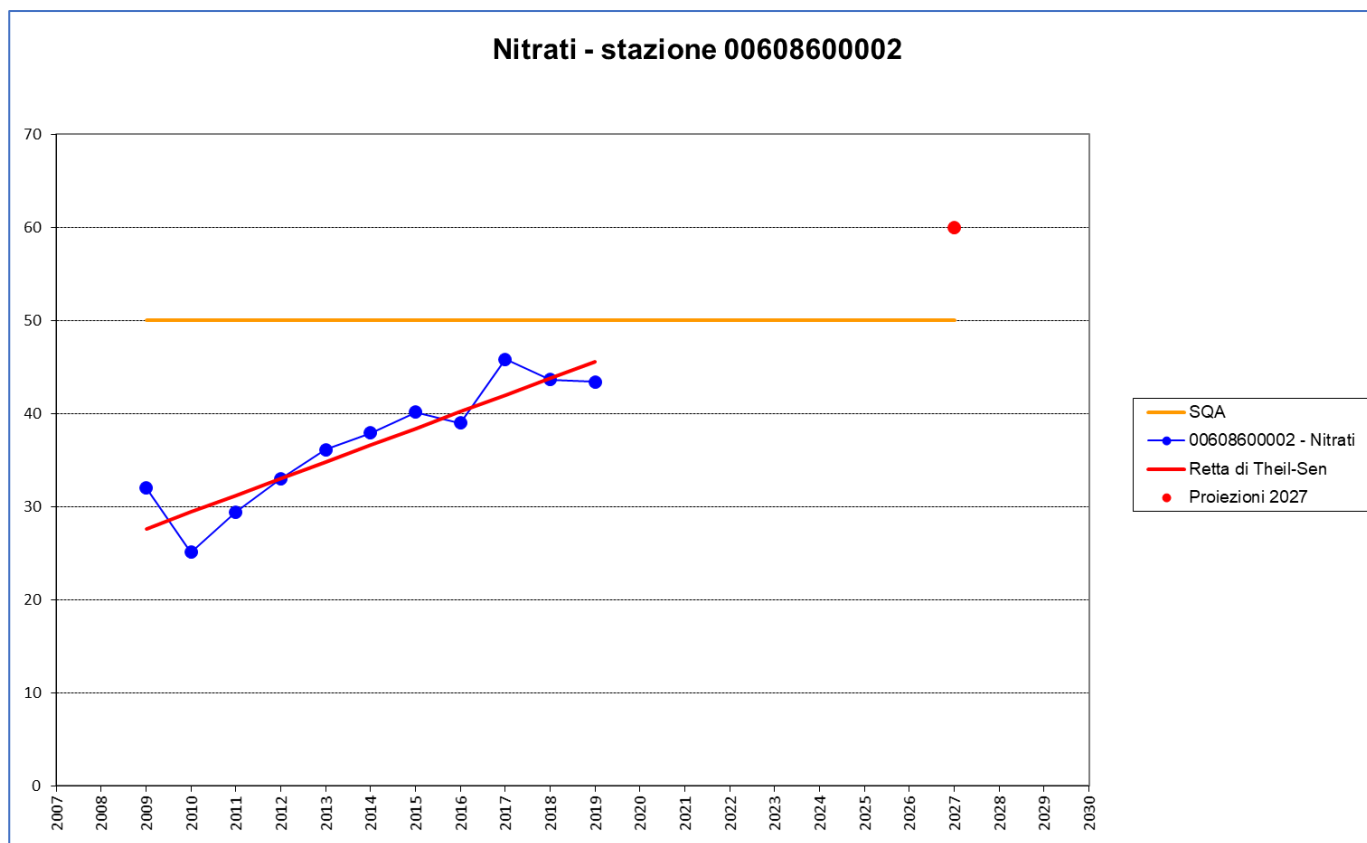
GWB-S8



GWB-S9



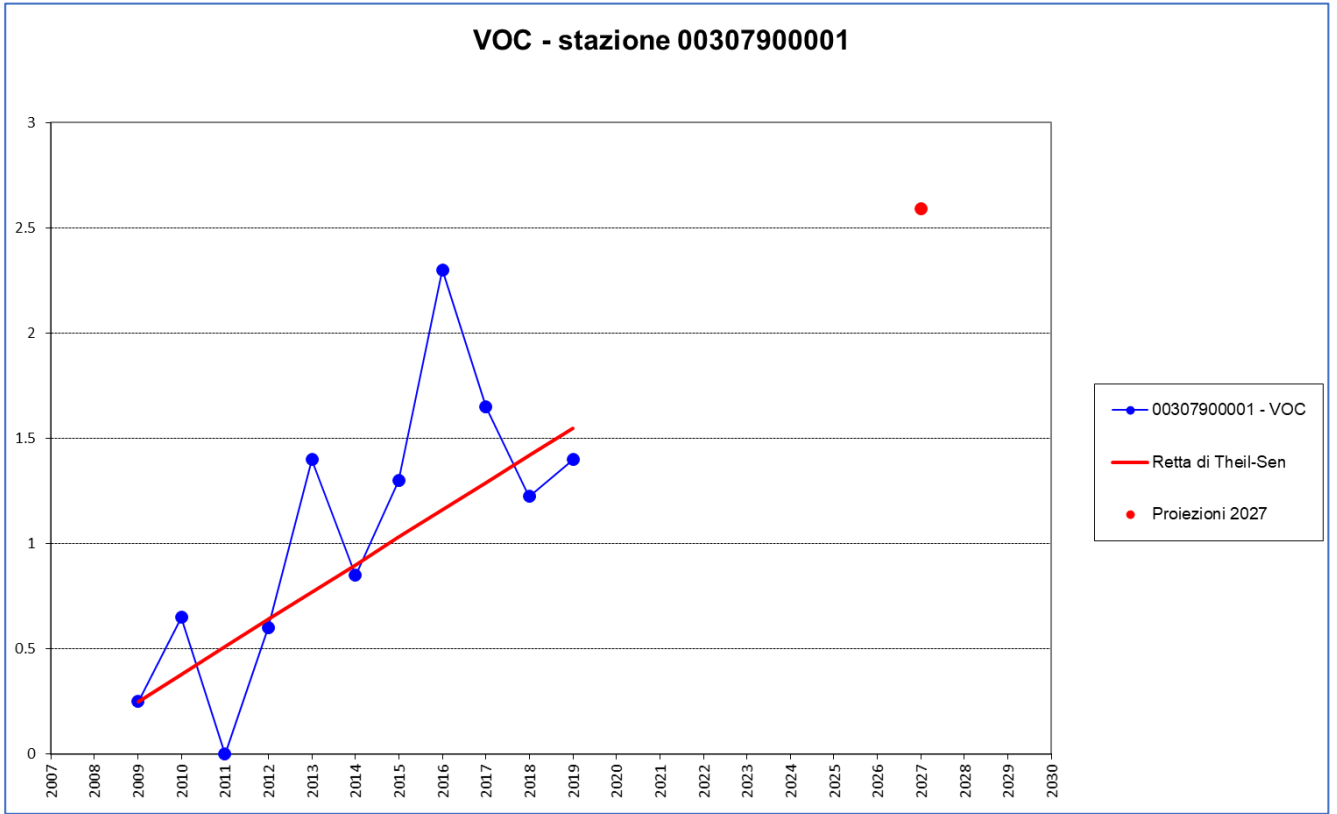




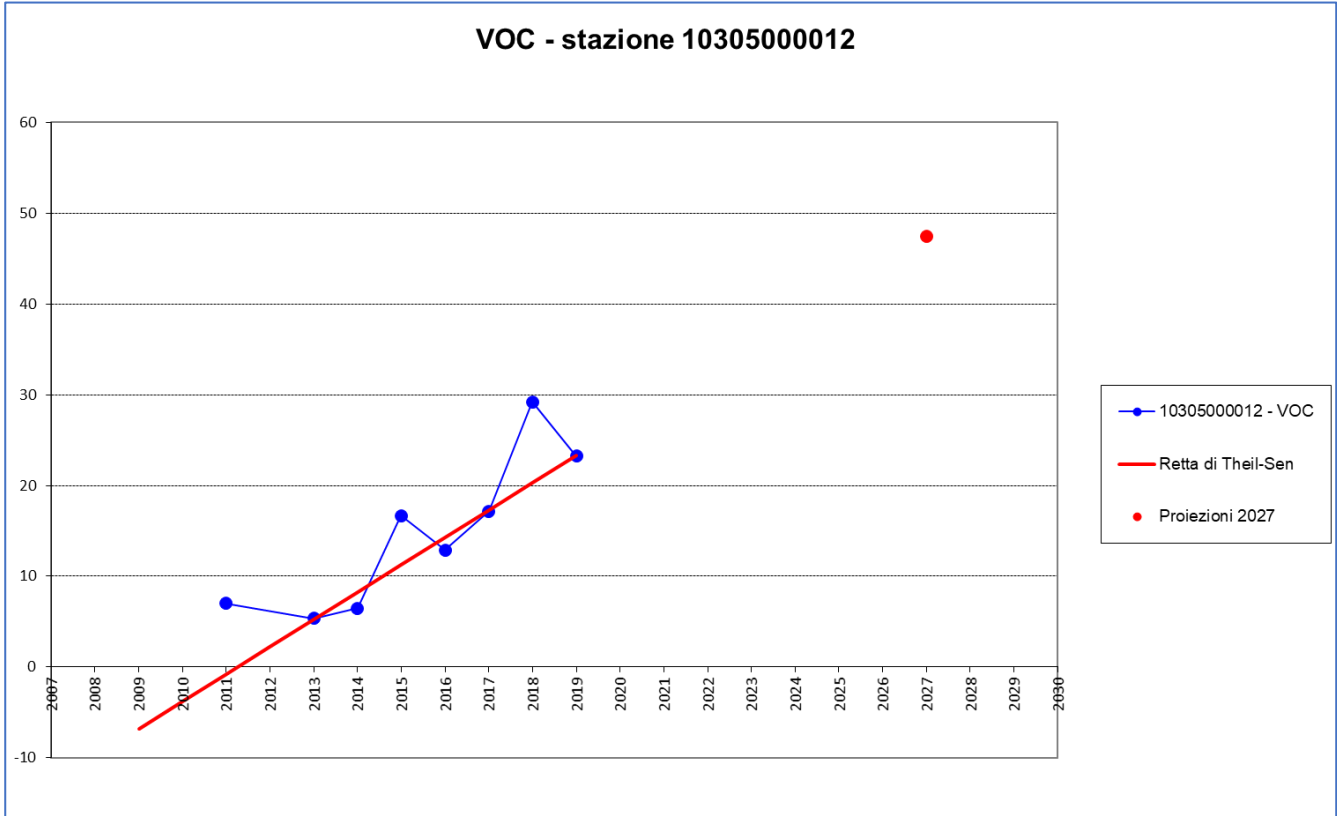
GWB-S10

Non ci sono trend che superano la soglia né che si avvicinano.

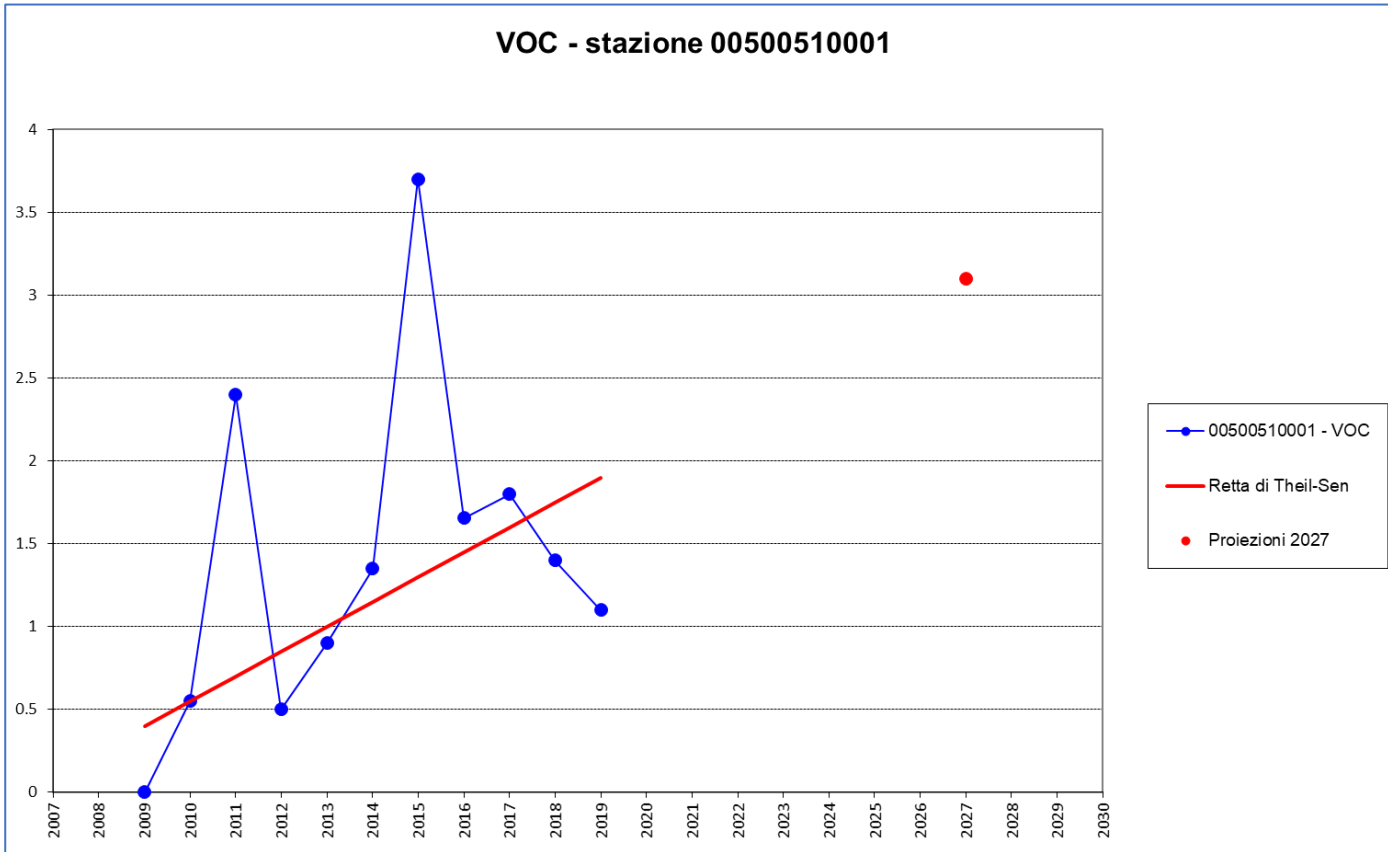
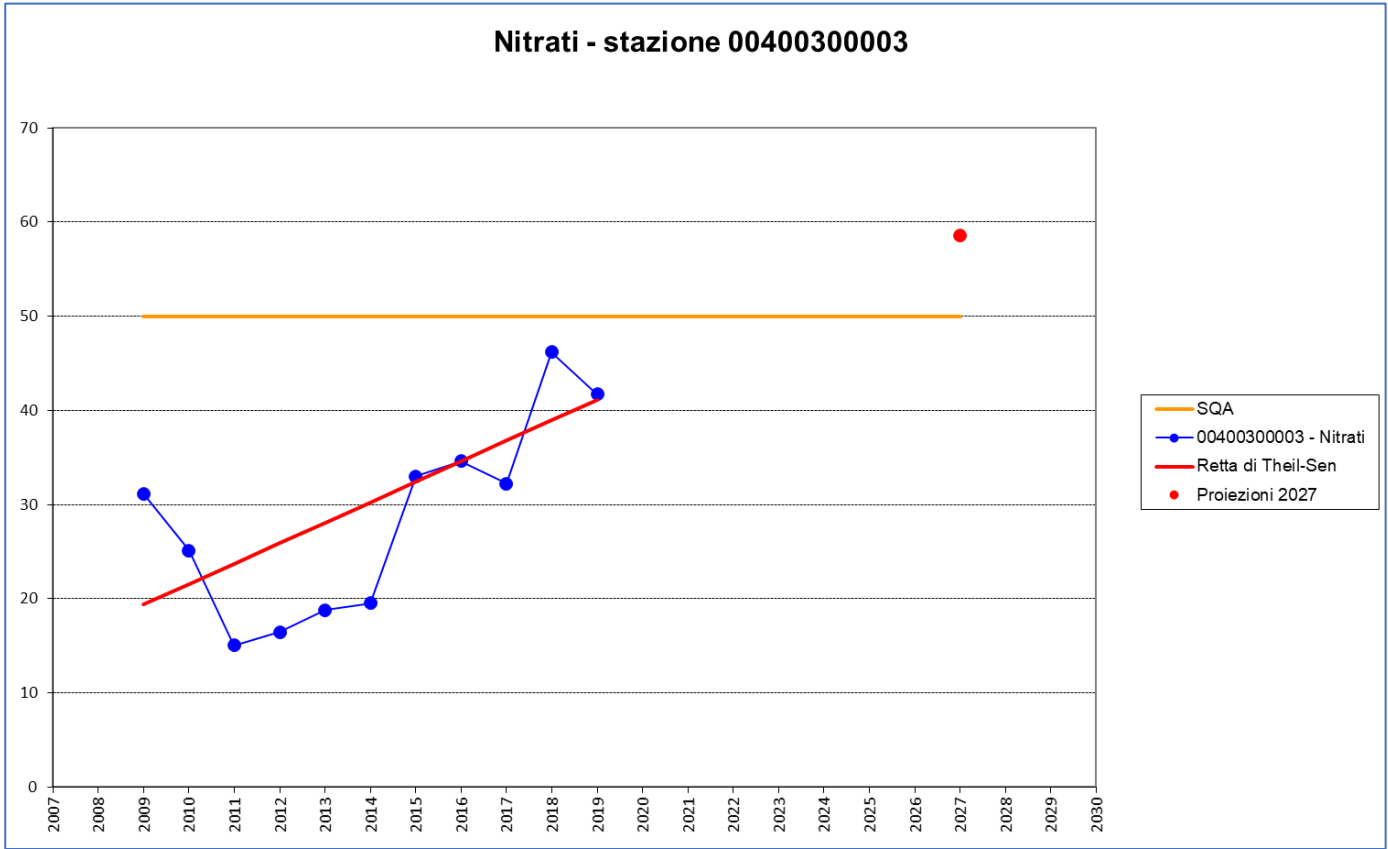
GWB-FS



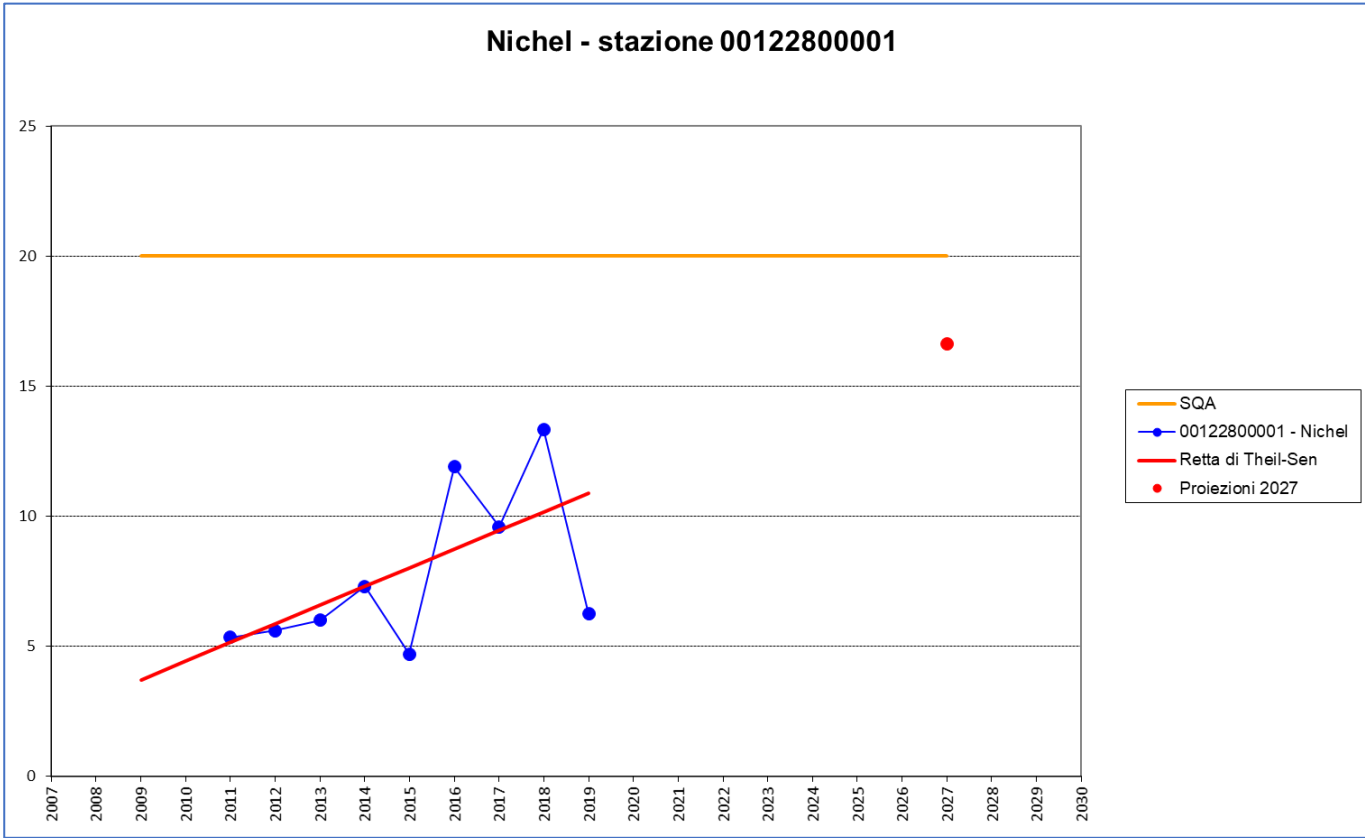
GWB-FTO



GWB-FTA



GWB-FDR



GWB-P2

