



**ISTITUTO ZOOPROFILATTICO SPERIMENTALE DEL PIEMONTE, LIGURIA E VALLE D'AOSTA**

**S.C. CONTROLLO CHIMICO**

**Dott. ssa Maria Cesarina Abete**

Tel. n. +39 0112686237/ +39 0112686228

e-mail: [mariacesarina.abete@izsto.it](mailto:mariacesarina.abete@izsto.it) / [accettazione.chimico@izsto.it](mailto:accettazione.chimico@izsto.it) / [creaa@izsto.it](mailto:creaa@izsto.it)

Prot.  
Tit.  
Cl.

Torino, 31/05/2024

**OGGETTO: VALUTAZIONE CHEMIOMETRICA E INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI NELL'AMBITO DEL PROTOCOLLO OPERATIVO TRA L'ASL AL E L'ISTITUTO ZOOPROFILATTICO SPERIMENTALE DEL PIEMONTE, LIGURIA E VALLE D'AOSTA PER LA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO "BIOMONITORAGGIO INTEGRATO AREA SPINETTA MARENGO – ALESSANDRIA-2024**

## **Introduzione**

Il Regolamento (UE) 2023/915 della Commissione del 25 aprile 2023 relativo ai tenori massimi di alcuni contaminanti negli alimenti e che abroga il Regolamento (CE) n. 1881/2006 stabilisce i tenori massimi di sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) in alcuni prodotti alimentari: per le uova i tenori massimi in  $\mu\text{g}/\text{kg}$  di peso fresco sono di 1,0 per PFOS, 0,30 per PFOA e per PFHxS , 0,70 per PFNA e 1,7 per la somma calcolata in lower bound, ovvero calcolata ipotizzando che tutti i valori inferiori al limite di quantificazione siano pari a zero (SOMMA 4 PFAS L.B.).

Attualmente per le matrici di origine vegetale non sono stabiliti tenori massimi.

I campioni prelevati nei mesi di novembre e dicembre 2023 sono stati accettati e processati nei laboratori della sede di Torino. I campioni sono stati spediti a fine dicembre 2023 al laboratorio dell'IZS Umbria e Marche-Togo Rosati, che dispone di un metodo interno accreditato per la ricerca di sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) negli alimenti mediante cromatografia liquida e spettrometria di massa tandem (UHPLC-LRMS). Il metodo è accreditato per la ricerca di 19 PFAS tradizionali negli alimenti di origine animale (limite di quantificazione (LOQ)=0,20  $\mu\text{g}/\text{kg}$  per PFBA; LOQ=0,010  $\mu\text{g}/\text{kg}$  per tutti gli altri analiti). I laboratori dell'IZS Umbria e Marche-Togo Rosati si sono occupati della determinazione strumentale dei PFAS emergenti, mediante un cromatografo liquido interfacciato ad uno spettrometro di massa ibrido ad alta risoluzione (LC-Q-Orbitrap, Thermo Scientific).

Il protocollo analitico proposto ha permesso di monitorare con sensibilità e specificità la presenza delle molecole di 19 PFAS tradizionali, di C6O4, ADV, GenX, ADONA e F-53B. La determinazione quantitativa delle molecole di 19 PFAS tradizionali è stata eseguita mediante metodica UHPLC-LRMS, sia sulla matrice uova sia sulla matrice vegetale, con LOQ di 0,01  $\mu\text{g}/\text{kg}$  e di 0,025  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , rispettivamente. Gli stessi campioni sono stati analizzati anche mediante tecnica UHPLC-HRMS per la ricerca di 25 molecole di PFAS emergenti con LOQ di 0,01  $\mu\text{g}/\text{kg}$  per tutti gli analiti, 0,05  $\mu\text{g}/\text{kg}$  per GenX e 0,1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  per C6O4. Il

dettaglio di tutti gli analiti ricercati, con le relative formule molecolari è riportato nell'allegato A (tabelle A1-4). Il riepilogo dei risultati è riportato nell'allegato B.

## Risultati Campioni di Vegetali

In base all'esperienza del primo campionamento del 2022, e la valutazione dei risultati per i campioni di vegetali, è stato deciso di effettuare l'analisi dei vegetali non lavati per valutare lo stato di contaminazione. Lo scopo è di ottenere un maggior numero di informazioni sulla contaminazione aerea da PFAS, utilizzando i vegetali come indicatori ambientali. Anche quest'anno la stagionalità ha permesso di prelevare in campo ortaggi delle famiglie *Cruciferaea* (cavolo verza, cavolfiore e cavolo cappuccio) e *Asteraceae* (insalate (gentilina e pan di zucchero).

I campioni sono stati omogeneizzati e trasferiti in provette tipo Falcon da 50 mL.

Il grado di contaminazione dei vegetali è risultato mediamente più elevato rispetto ai campioni monitorati nel 2022, anno in cui i vegetali prelevati erano stati analizzati dopo mondatura e lavaggio con acqua corrente.

### PFAS Tradizionali-legacy

La molecola maggiormente riscontrata nei vegetali è stata il PFOA, presente in 11 campioni su 20 in un range di concentrazione tra 0,028-0,22  $\mu\text{g}/\text{kg}$  con una media di 0,11  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (Figura 1).

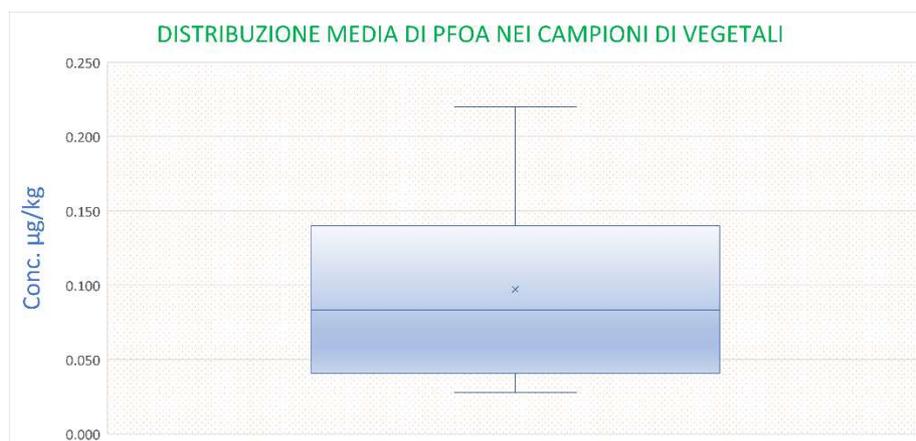


Figura 1

In quattro campioni è stato riscontrato il PFBS in un range di concentrazione tra 0,053-0,49  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (comune di Alessandria-frazione Spinetta Marengo-via Genova-accettazione n°102693-cavolo cappuccio; comune di Alessandria nella frazione di Spinetta Marengo-accettazione n° 102738-cavolo; comune di Montecastello-accettazione n° 103784-insalata gentile; comune di Sezzadio-accettazione n° 105982-cavolfiore); in due casi il PFBA era in associazione con PFOA, nel comune di Alessandria nella frazione di Spinetta Marengo zona a rischio alto (accettazione n° 102693-cavolo cappuccio e accettazione n° 102738-cavolo).

PFPeA e PFHxA sono stati quantificati in un solo campione: entro 3 km in una zona a rischio alto (comune di Alessandria-frazione Spinetta Marengo-accettazione n° 102738-cavolo). In un solo campione è stata rilevata la presenza di PFOS in una quantità pari a 0,067 µg/kg (Spinetta Marengo-accettazione n° 102722-cavolo). In nessun campione è stato rilevato PFBA.

In due casi è stato quantificato PFHpA: 1) entro 3 km zona rischio alto (Spinetta Marengo- accettazione n° 102738- cavolo); 2) area tra 3 e 5 km a rischio medio ( Castelceriolo accettazione n° 102851- cavolo verza). La figura 2 riporta i valori della somma delle concentrazioni calcolata in lower bound per i 4 PFAS tradizionali: PFOA, PFNA, PFHxS e PFOS. Il valore più elevato è stato pari a 0,22 µg/kg in un campione proveniente dalla frazione di Castelceriolo (a rischio medio); il valore più basso è stato pari 0,028 µg/kg nel comune di Basaluzzo (identificato come bianco ambientale).

Nella campagna 2022 tra i 16 vegetali esaminati solo 2 presentavano PFAS tradizionali a corta catena, nessuno di quelli elencati nel Regolamento (UE) 2023/915 per gli alimenti di origine animale.

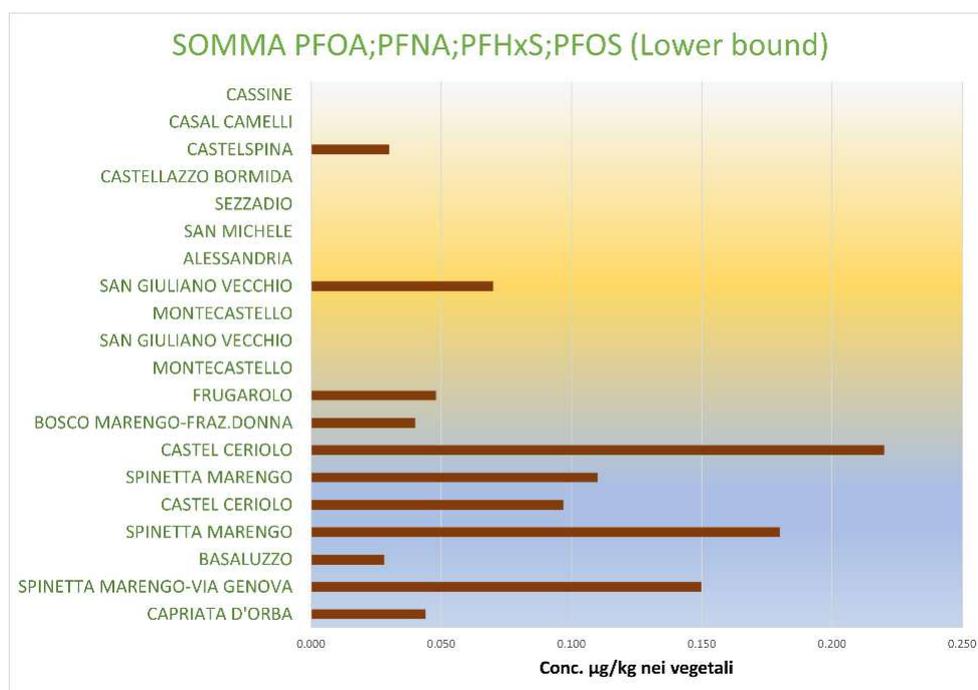


Figura 2

### PFAS Emergenti-ADV -GenX-C604

Almeno una molecola di PFAS emergente è stata riscontrata in 12 campioni su 20 considerati, ovvero nel 60% dei casi esaminati (Figura 3). I composti maggiormente riscontrabili sono stati N3 ed N2. La concentrazione massima per N2 è stata di 0,52 µg/kg e per N3 di 0,24 µg/kg. Entrambi i valori sono stati registrati nel comune di Alessandria nella frazione Spinetta Marengo (n°102722-cavolo e n° 102738-cavolo, rispettivamente).

I composti denominati GenX, ADONA, F-53B: 6:2 CIPFESA (9Cl-PF3ONS) e F-53B: 8:2 CIPFESA (11Cl-PF3OUdS) sono risultati assenti in tutti i campioni prelevati, analogamente ai congeneri degli ADV CIPFECA 1,0- CIPFECA 2,0- CIPFECA-0,4 (N5).

Tra i congeneri non clorurati degli ADV sono stati riscontrati unicamente i composti HPFECA-0,1 - HPFECA-1,1- HPFECA-0,2 in sette dei campioni monitorati (Capriata D'Orba n° 102813- cavolo verza; Basaluzzo n° 102693-cavolo verza; Alessandria-Spinetta Marengo n°102722-cavolo; Alessandria-Castelceriolo n°102845-cavolo verza; Alessandria-Spinetta Marengo n°102738-cavolo; Alessandria-Castelceriolo n°102851-cavolo verza; Montecastello n° 103772-cavolo verza).

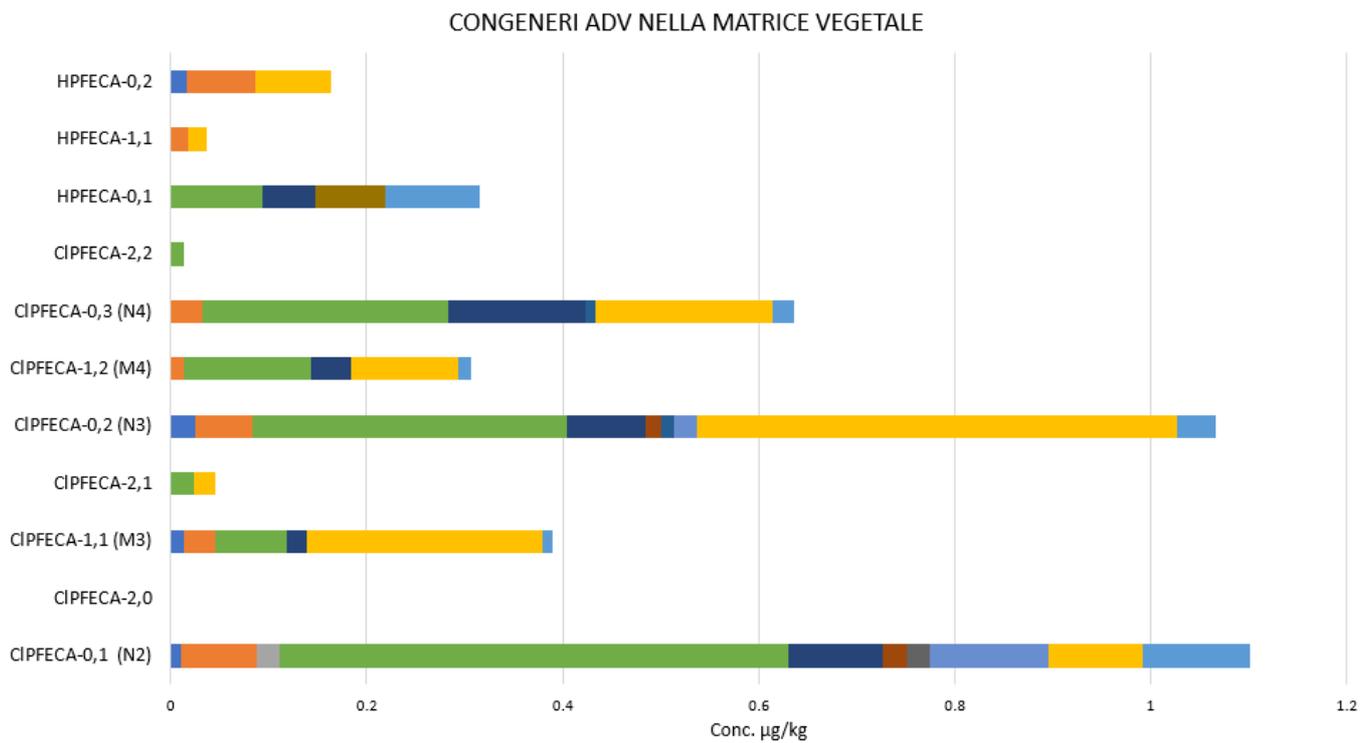


Figura 3

C6O4 è stato rilevato in tre casi in due diverse frazioni del comune di Alessandria: un campione di cavolo a Spinetta Marengo (n°102738) con una concentrazione pari a 11 µg/kg, e due cavoli verza a Castelceriolo (n° 102845 e 102851) con concentrazioni pari a 2,1 µg/kg e 1,6 µg/kg, rispettivamente. Il C6O4 nella campagna scorsa era stato riscontrato in due campioni nella frazione di Castelceriolo alla concentrazione di 6,5 µg/kg (associato anche a GenX=0,08 µg/kg) e a 2,1 µg/kg e in un campione della frazione Spinetta Marengo a 0,33 µg/kg.

### Risultati nei campioni di uova

Sono stati prelevati 11 campioni che sono stati omogeneizzati mediante omogeneizzatore a lame e quindi trasferiti in provette tipo Falcon da 50 mL per la fase di preparazione chimico-analitica. Come per la scorsa campagna, per formare il pool di uova, sono stati utilizzati sia tuorlo che albume.

*PFAS tradizionali-legacy*

In Figura 4 si riportano le somme in lower bound di PFOA, PFNA, PFHxS e PFOS. Sono osservabili un valore minimo a 0,012  $\mu\text{g}/\text{kg}$  e un valore massimo a 1,3  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , con un valore medio di 0,42  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . In nessun campione il valore della somma supera, sottratta l'incertezza di misura estesa, i valori indicati nel Regolamento (UE) 2023/915, pari a 1,7  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .

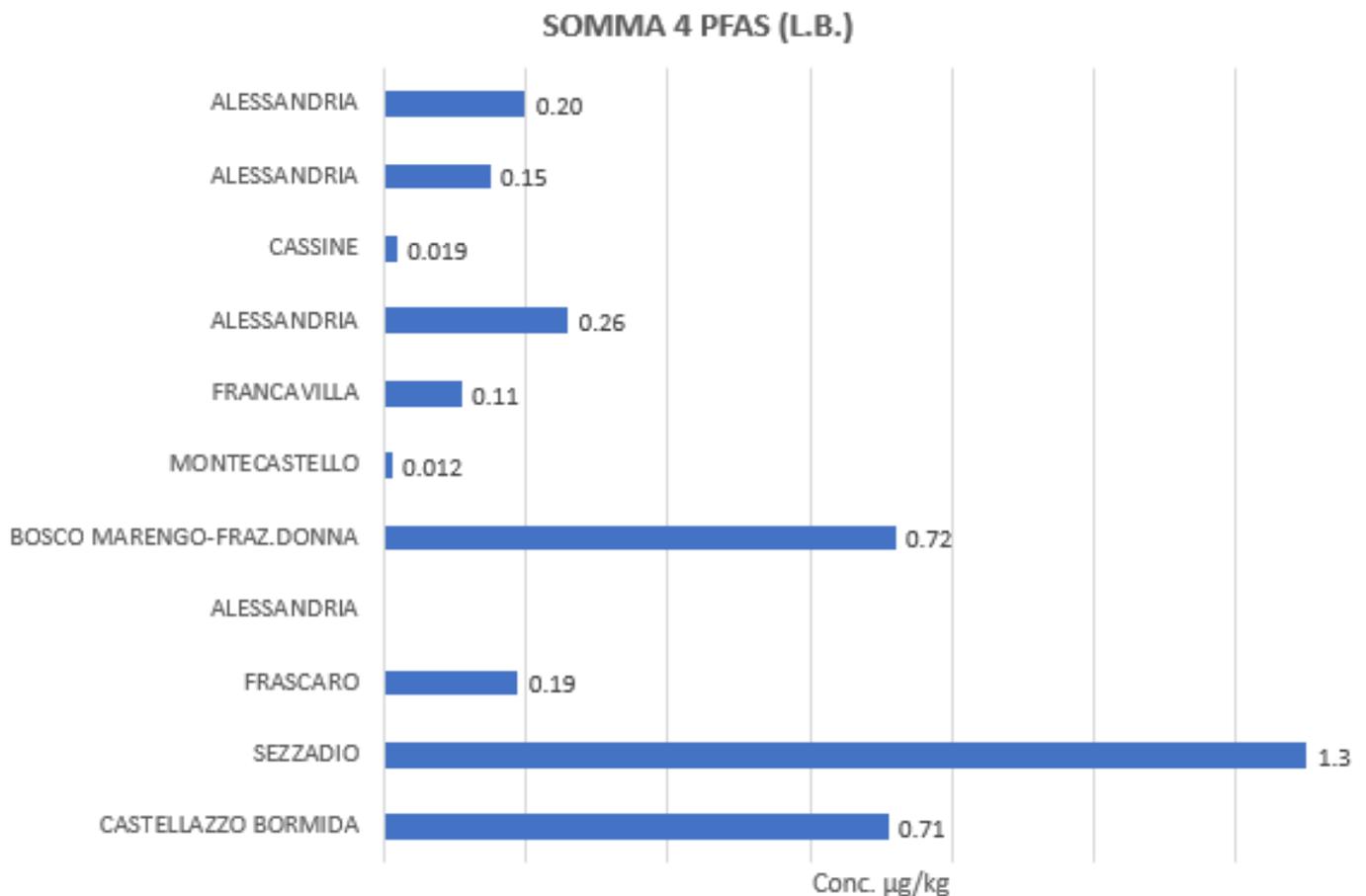


Figura 4

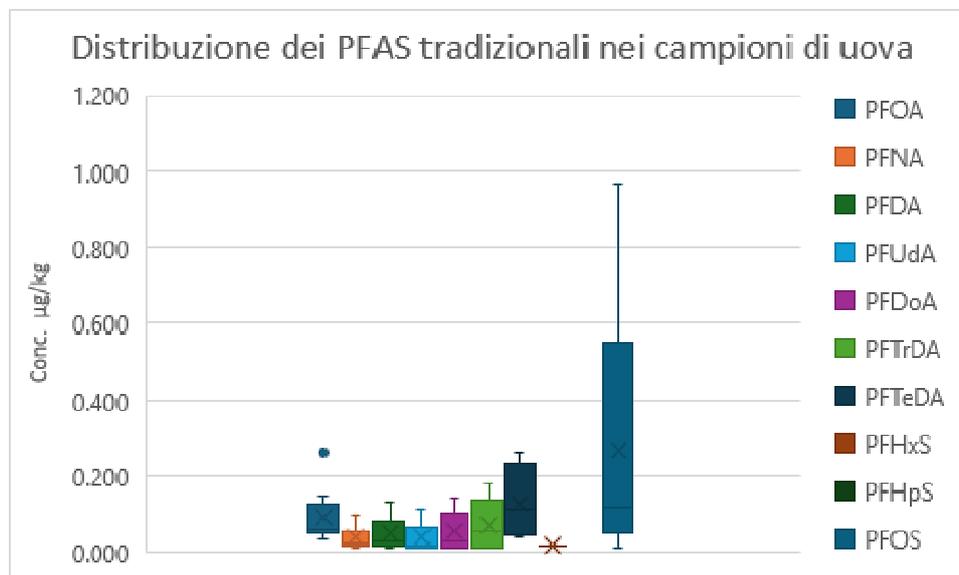


Figura 5

Il PFOS è risultato il composto maggiormente identificato tra i 19 PFAS tradizionali, seguito da PFTrDA, PFTeDA e PFOA (Figura 5). Il valore massimo di PFOS nelle uova è risultato pari a 0,97 µg/kg registrato nel comune di Sezzadio, unico campione a presentare PFHxS con concentrazione pari a 0,017 µg/kg (accettazione n°105984); nel comune di Montecastello è stato trovato il valore più basso per PFOS pari a 0,012 µg/kg, mentre il valore medio riscontrabile è risultato pari a 0,27 µg/kg.

Gli analiti PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFBS, PFPeS, PFNS, PFDS, PFDoS non sono mai stati rilevati nei campioni analizzati. In un solo campione prelevato nel comune di Alessandria a rischio medio (3-5 km) (accettazione n° 107315) sono risultati assenti tutte le 19 molecole di PFAS tradizionali ricercate. PFHxS in un solo punto di prelievo, nel comune di Sezzadio a rischio bianco (accettazione n°105984).

#### PFAS Emergenti-ADV -GenX-C6O4

Almeno una molecola di PFAS emergente è stata riscontrata in 9 su 11 campioni considerati, ovvero nel 80% dei casi esaminati. Due campioni non presentano PFAS emergenti e sono stati campionati nel comune di Montecastello e nel comune di Cassine, rispettivamente a rischio alto e a rischio basso.

I composti denominati C6O4, GenX, ADONA, F-53B: 6:2 CIPFESA (9Cl-PF3ONS) e F-53B: 8:2 CIPFESA (11Cl-PF3OUdS) sono risultati assenti in tutti i campioni prelevati, analogamente ai congeneri clorurati degli ADV (Cl-ADV) CIPFECA 1,0 e CIPFECA-0,4 (N5).

Tra i congeneri non clorurati degli ADV (H-ADV) sono stati riscontrati unicamente i composti HPFECA-0,1 - HPFECA-1,1- HPFECA-0,2- HPFECA-1,2 in otto campioni (Castellazzo Bormida n°105983; Sezzadio n°105984; Frascaro n°105985; Bosco Marengo-frazione Donna n°107316; Francavilla n°109328; Alessandria n°109329, n°109332 e 109333).

Le concentrazioni della somma dei congeneri Cl-ADV sono più elevate delle analoghe ottenute sommando i congeneri H-ADV, come si vede in figura 6a. Dal confronto con i risultati ottenuti durante la campagna di

campionamento del 2022-2023, si osserva una diminuzione dei valori massimi riscontrabili: nel 2022-2023 Cl-ADV presenta un valore medio pari a 1,5 µg/kg, con un range variabile da 0,043 a 8,1 µg/kg ; nel 2023-2024 la media dei valori è pari a 0,96 µg/kg con un range variabile da 0,31 a 3,5 µg/kg (Figure 6a e 6 b).

Distribuzione delle somme dei composti ADV nei campioni di uova 2024

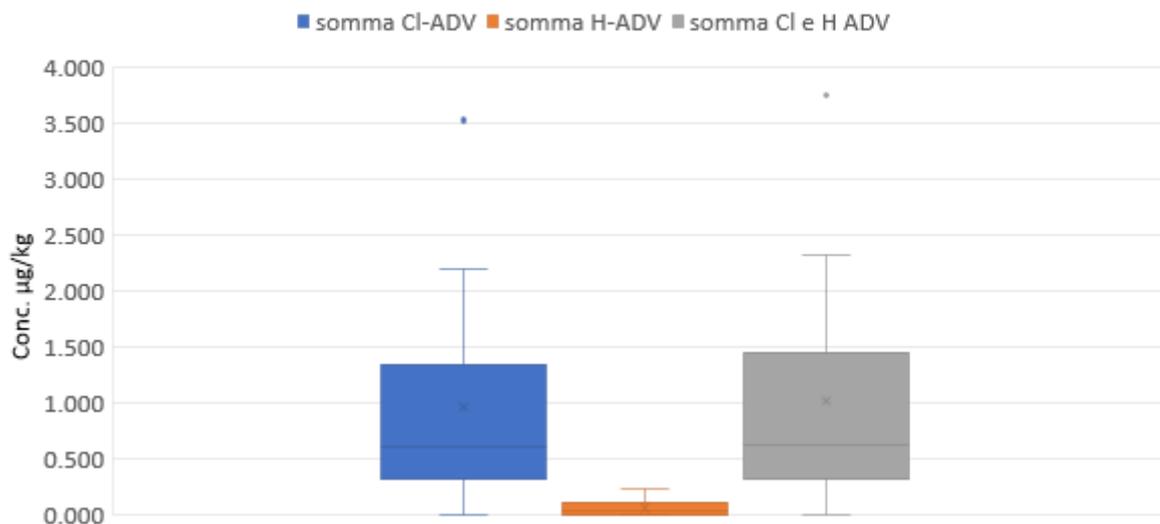


Figura 6a

Distribuzione delle somme dei composti ADV nei campioni di uova 2023

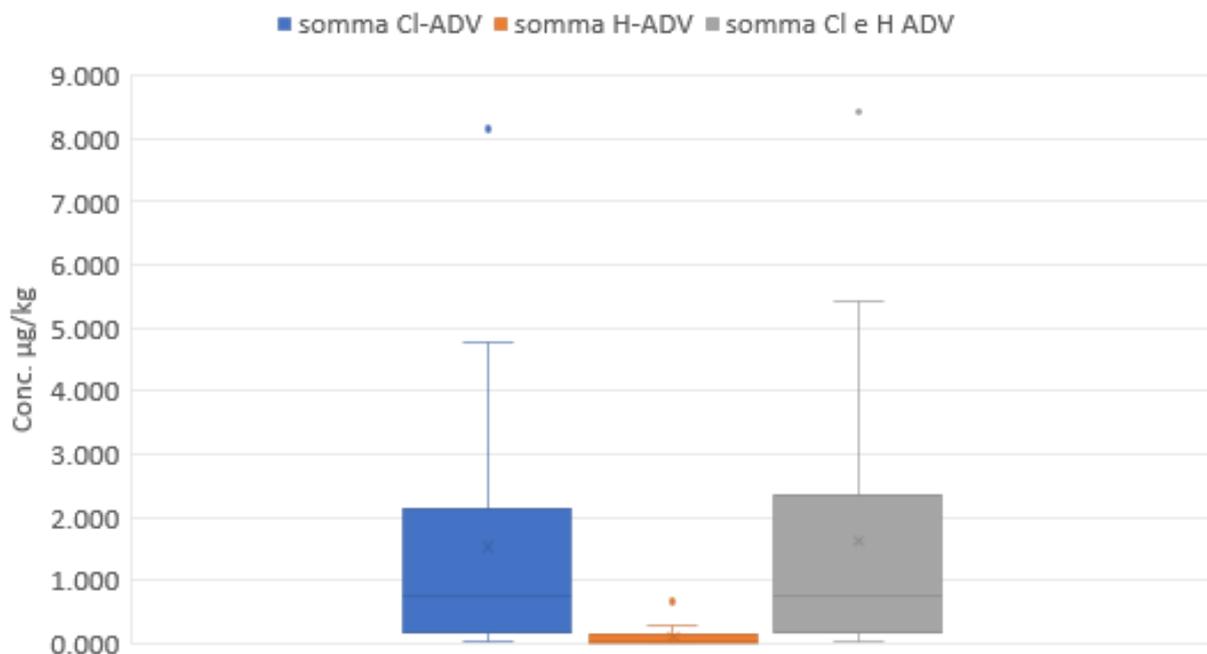


Figura 6b

Percentuali relative dei livelli di contaminazione per comune

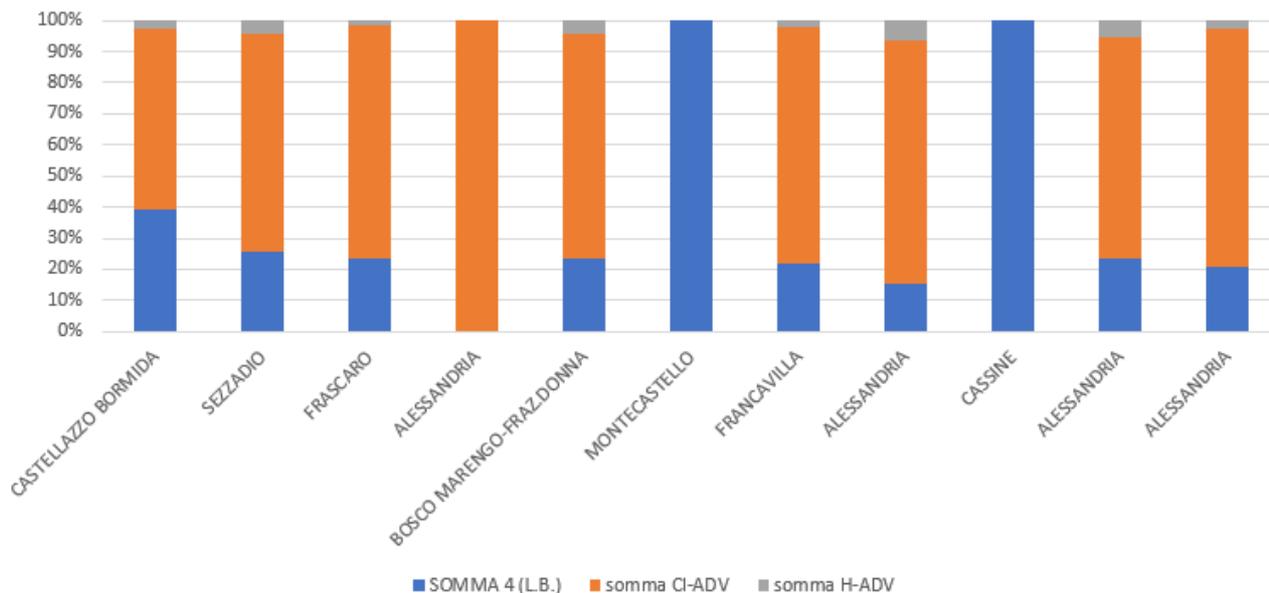


Figura 7

La Figura 7 riporta le percentuali relative alla distribuzione dei diversi analiti espressi come somma di concentrazione suddiviso per comune. Nei comuni di Montecastello (considerato a rischio alto per pregresse positività) e Cassine (rischio basso) si riscontra solo la presenza di PFAS legacy (nello specifico un solo analita ovvero il PFOS pari a 0,12 µg/kg e a 0,019 µg/kg rispettivamente). In un campione prelevato ad Alessandria (accettazione n°107315, a rischio medio) sono presenti unicamente congeneri clorurati degli ADV (somma CI-ADV=0,308 µg/kg). Si evince dal grafico una prevalenza di composti CI-ADV rispetto ai PFAS tradizionali.

Dal confronto dei risultati ottenuti dalle analisi dei campioni delle due campagne di monitoraggio (Figura 8) si vede come le concentrazioni siano diminuite per tutti gli analiti esaminati: in particolare il C6O4 in questo secondo anno non è stato mai rilevato nelle uova.

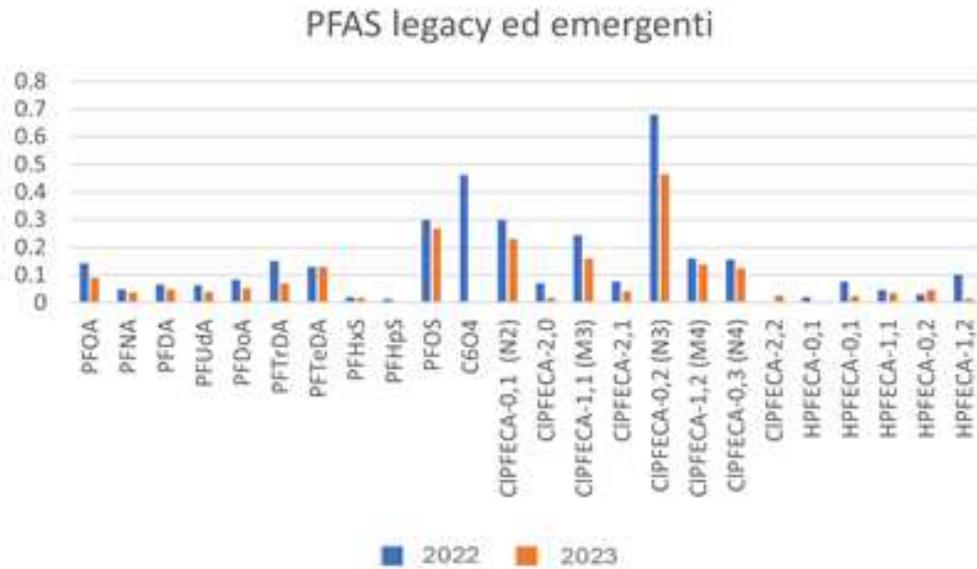


Figura 8



**ISTITUTO ZOOPROFILATTICO SPERIMENTALE DEL PIEMONTE, LIGURIA E VALLE D'AOSTA**

**S.C. CONTROLLO CHIMICO**  
**Dott. ssa Maria Cesarina Abete**

Tel. n. +39 0112686237/ +39 0112686228

e-mail: [mariacesarina.abete@izsto.it](mailto:mariacesarina.abete@izsto.it) / [accettazione.chimico@izsto.it](mailto:accettazione.chimico@izsto.it) / [creaa@izsto.it](mailto:creaa@izsto.it)

## **Valutazione chemiometrica**

La chemiometria studia l'applicazione di metodi statistici ai dati chimici. L'obiettivo principale è estrarre la massima informazione possibile sul sistema in esame attraverso l'analisi dei dati in cui l'associazione tra variabili è facilitata da rappresentazioni grafiche. Nel caso corrente i campioni analizzati sono stati esaminati in base al grado di contaminazione riscontrata nell'unità di concentrazione  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .

L'elaborazione statistica è stata condotta mediante l'applicativo CAT (Chemometric Agile Tool), software sviluppato dal Gruppo Divisionale di Chemiometria della Divisione di Chimica Analitica della Società Chimica Italiana (SCI). CAT si sviluppa su un ambiente software (R console), scritto da ricercatori di tutto il mondo che lo aggiornano periodicamente di nuove funzionalità e rappresenta, attualmente, uno dei software più potenti per la big data analysis di tutto il mondo.

## **Principal Component Analysis (PCA)**

L'analisi delle componenti principali PCA è una delle tecniche fondamentali per l'analisi multivariata dei dati. Le variabili che descrivono i dati sono trasformate in componenti principali (PC), che sono delle combinazioni lineari delle variabili originali e la cui caratteristica più importante è quella di essere tra loro ortogonali. La PCA decomponendo la matrice dei dati può fornire degli strumenti interpretativi utili.

## ***Vegetali***

Al fine di ottenere più informazioni dai risultati dei campioni di vegetali in esame, sono stati considerati nella stessa analisi multivariata i composti degli ADV e la somma in lower bound dei 4 PFAS tradizionali. Il modello è stato studiato considerando le informazioni registrate nel verbale di prelievo dei campioni: il comune di provenienza, il tipo di acqua usata per l'irrigazione, la distanza dal polo chimico e il rischio atteso.

Lo *scree test* (Figura 9) effettuato sui risultati elaborati ha mostrato che il sistema è descritto da due componenti principali che spiegano l'85% della varianza dei dati: PC1 spiega il 56%, PC2 il 18%, PC3 11% della varianza totale.

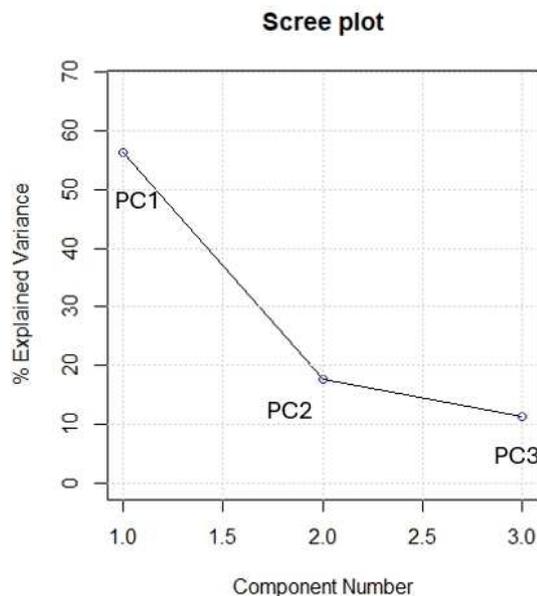


Figura 9

I grafici di *loading* (Figura 10a, 10b) mostrano quali sono gli analiti che caratterizzano le componenti principali del sistema esaminato. PC1 è descritta positivamente da tutte le variabili considerate. Un importante contributo positivo di loading a PC1 è dato dai congeneri clorurati degli ADV e dalla somma dei 4 PFAS tradizionali nel seguente ordine crescente:  $N3 > N2 > \text{Somma4PFAS} \geq M3$ .

La somma dei 4 PFAS (L.B.) si colloca all'estremo positivo della PC2, insieme con i composti M3, N3 e il congenere HPFECA (0,2); il composto N2 si colloca all'estremo negativo della PC2 insieme con C6O4, CIPFECA (2,1) e HPFECA (0,1), M4 e N4.

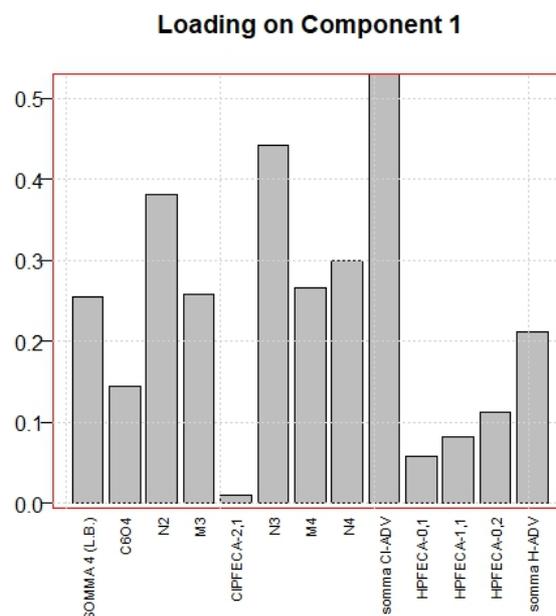


Figura 10a

Loading on Component 2

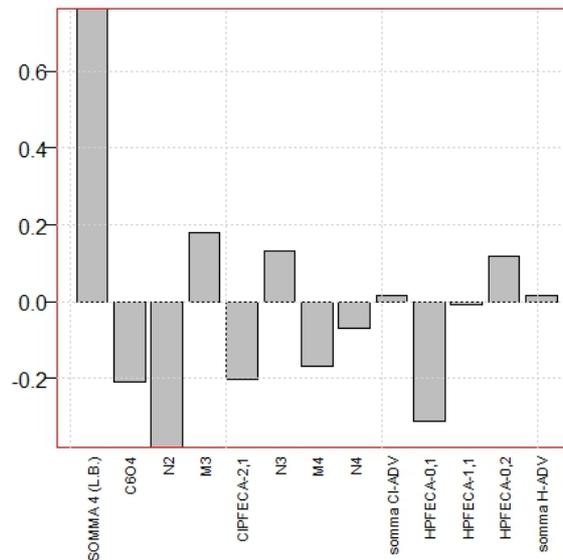


Figura 10b

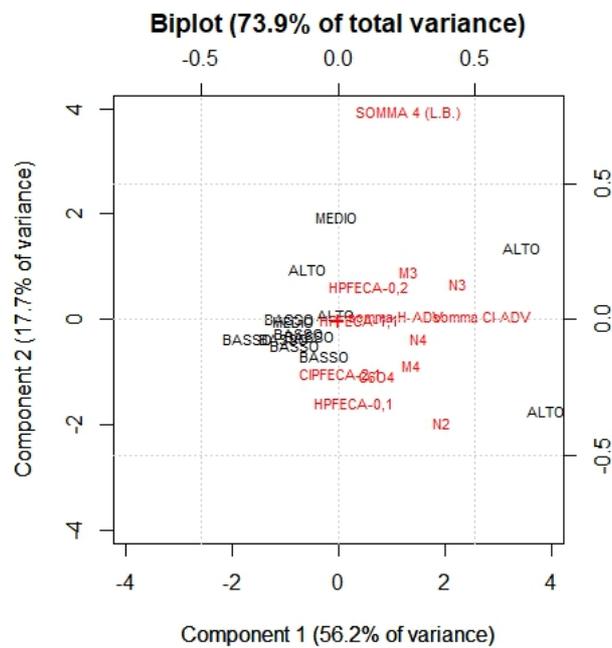


Figura 11

Al fine di evidenziare i raggruppamenti di campioni simili (clusters) nella distribuzione, sono stati elaborati i grafici *biplot* (figura 11) e *score plot 3D* (Figura 12). Il grafico *biplot* è stato elaborato per rappresentare contemporaneamente campioni e variabili al fine di poter valutare eventuali interconnessioni. Il grafico

*scores plot 3D* consente di analizzare i comportamenti dei campioni in funzione dei valori delle variabili che maggiormente le caratterizzano.

Il grafico *biplot* (figura 9a) riporta il grado di rischio atteso nei campioni e gli analiti disposti lungo le direttrici delle componenti principali 1 e 2; il grafico *biplot* (Figura 9b) riporta il grado di rischio atteso nei campioni e gli analiti disposti lungo le direttrici delle componenti principali 1 e 3; il grafico *biplot* (Figura 9c) riporta il grado di rischio atteso nei campioni e gli analiti disposti lungo le direttrici delle componenti principali 2 e 3 .

Nei grafici non si evidenziano raggruppamenti (cluster) e gran parte dei campioni si posizionano in prossimità dell'origine del piano (variazioni prossimi a zero) non fornendo correlazioni con le componenti considerate.

Lo *score plot 3D* (Figura 10) degli stessi campioni mostra i comuni di provenienza: si possono osservare campioni lungo la PC1 nel comune di Alessandria- frazione Spinetta Marengo e lungo la PC3 nel comune di di Alessandria- frazione Castelceriolo entro 3 km dal polo chimico.

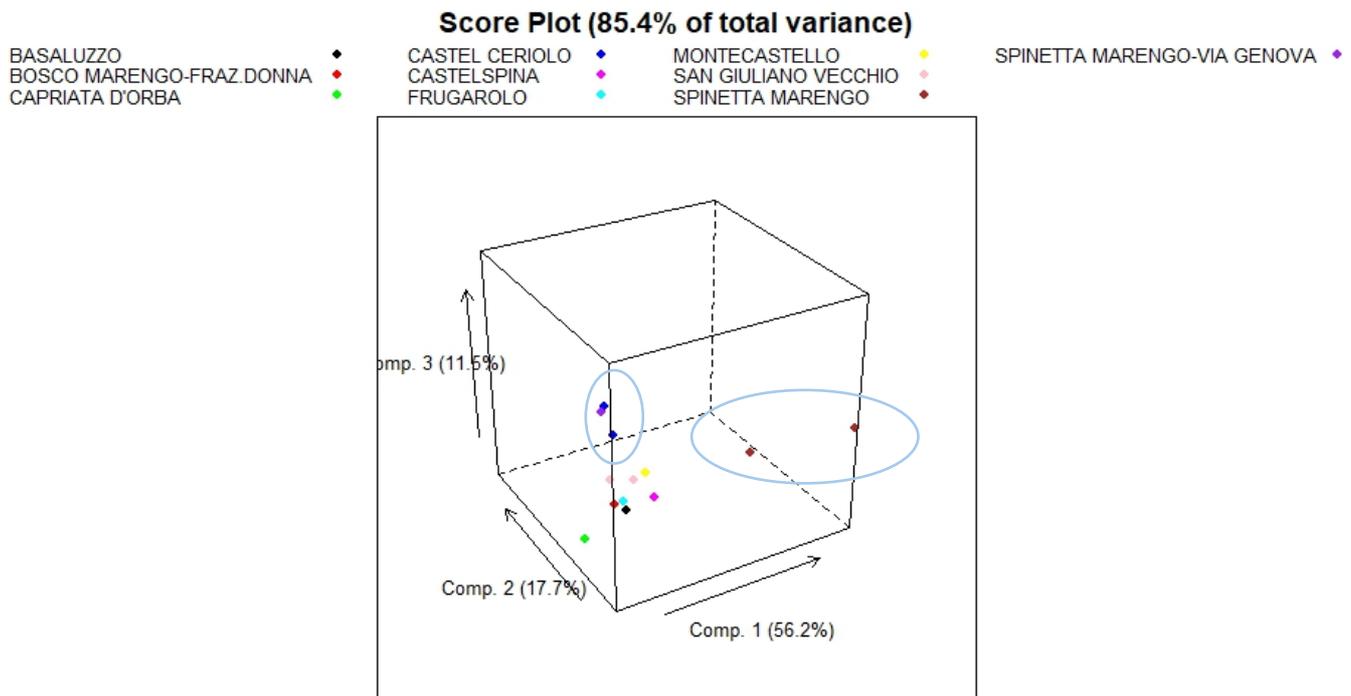


Figura 12

## Uova

La matrice dei dati è stata organizzata tenendo conto delle informazioni riportate nei verbali di prelievo: il tipo di alimentazione, l'acqua di abbeverata, la possibilità di accesso a recinto esterno, la tipologia di

allevamento, il comune di provenienza, la distanza dal polo chimico e il rischio atteso. Tutti i pollai oggetto di indagine avevano la possibilità di accesso ad un recinto esterno.

La varianza spiegata totale è pari al 99% ed è descritta da 3 componenti principali: PC1 89%, PC2 7%, PC3 3%. I grafici di *loading* (Figura 13 e 14) mostrano quali sono gli analiti che caratterizzano le componenti principali del sistema esaminato: tra i composti ADV, N3 mostra un importante contributo positivo di loading a PC1, seguito da N2, N4, M3 ed M4. N2 caratterizza positivamente la PC2. PFOS è tra i PFAS tradizionali quello che caratterizza maggiormente sia PC1 che PC2, in positivo nel primo caso e in negativo nel secondo. PFOS correla positivamente con N3 in PC1 e negativamente con N2 in PC2. Gli analiti che si trovano vicino al centro non sono rilevanti per nessuna delle due componenti.

**Loading on Component 1**

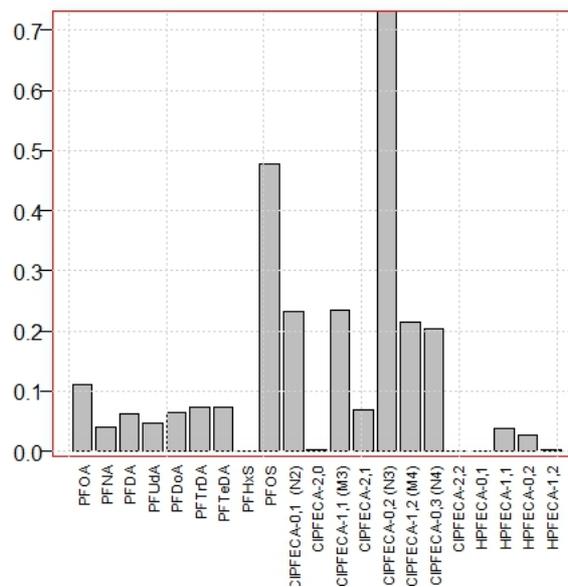


Figura 13

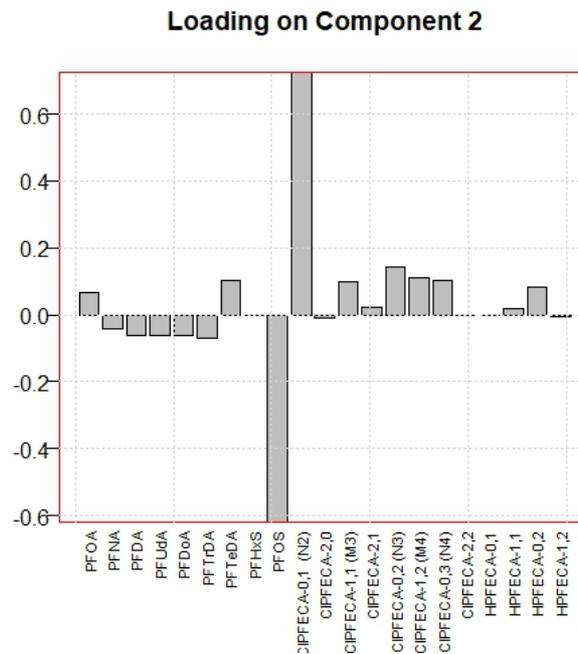


Figura 14

Osservando gli *score plot 3D* dei campioni rispetto al comune di provenienza (Figura 15a) si individuano tre campioni con correlazione lungo PC1 nei comuni di Sezzadio (in rosa), Bosco Marengo (in rosso) e Alessandria (in nero). Il campione prelevato a Sezzadio risulta contaminato da N3 ad una concentrazione pari a 1,5 µg/kg, ed una somma dei composti Cl-ADV pari a 3,5 µg/kg corrispondente al valore più alto riscontrato in questa campagna. A Bosco Marengo N3=0,82 µg/kg una somma dei composti Cl-ADV=2,2 µg/kg. I campioni sono tutti per autoconsumo (Figura 15c), la fonte di contaminazione potrebbe risiedere nell'alimentazione, nell'acqua di abbeverata o dal suolo sul quale gli animali possono razzolare e nessuna tendenza è evidenziabile dai dati a disposizione (Figure 15b-15d).

**Score Plot (99.1% of total variance)**

ALESSANDRIA ● CASSINE ● FRANCAVILLA ● MONTECASTELLO ●  
 BOSCO MARENGO-FRAZ.DONNA ● CASTELLAZZO BORMIDA ● FRASCARO ● SEZZADIO ●

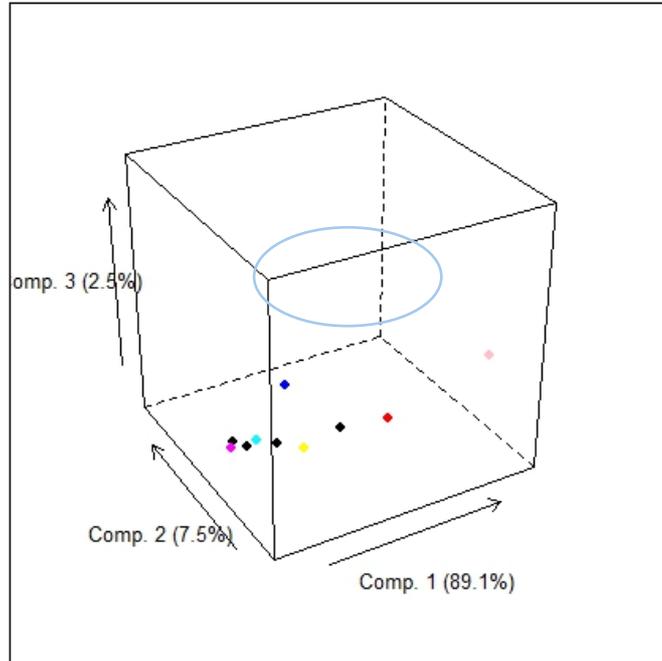


Figura 15a

**Score Plot (99.1% of total variance)**

G ● M ● M/G ●

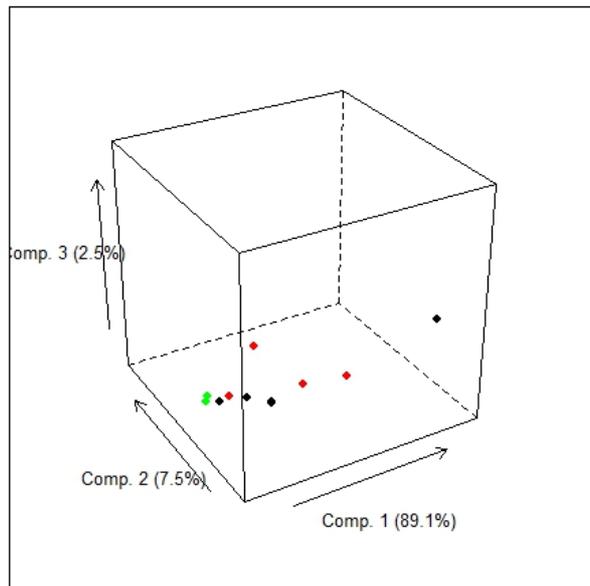


Figura 15b. G=mangime autoprodotta; M=mangime confezionato G/M= alimentazione mista

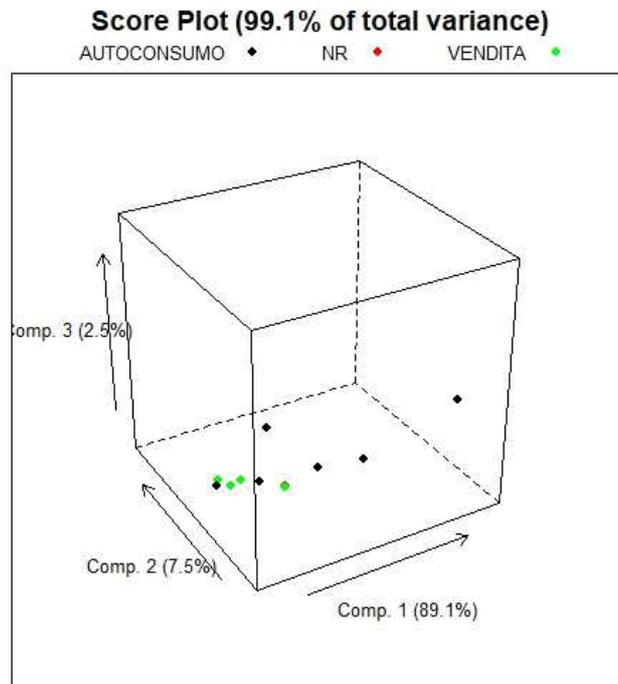


Figura 15c

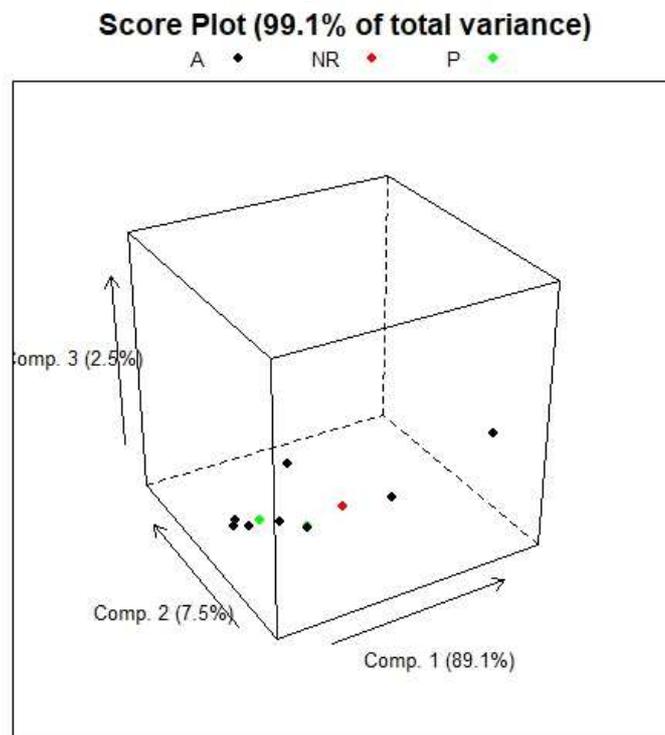


Figura 15d. A= acqua di abbeverata da acquedotto; P= acqua di abbeverata da pozzo; NR=dato non riportato



**ISTITUTO ZOOPROFILATTICO SPERIMENTALE DEL PIEMONTE, LIGURIA E VALLE D'AOSTA**

**S.C. CONTROLLO CHIMICO**

**Dott. ssa Maria Cesarina Abete**

Tel. n. +39 0112686237/ +39 0112686228

e-mail: [mariacesarina.abete@izsto.it](mailto:mariacesarina.abete@izsto.it) / [accettazione.chimico@izsto.it](mailto:accettazione.chimico@izsto.it) / [creaa@izsto.it](mailto:creaa@izsto.it)

## Conclusioni

Ai sensi del Regolamento (UE) 2023/915 i tenori massimi di sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) per le uova espressi in  $\mu\text{g}/\text{kg}$  di peso fresco sono di 1,0 per PFOS, 0,30 per PFOA e per PFHxS, 0,70 per PFNA e 1,7 per la somma calcolata in lower bound, ovvero calcolata ipotizzando che tutti i valori inferiori al limite di quantificazione siano pari a zero (SOMMA 4 PFAS L.B.).

Attualmente per le matrici di origine vegetale non sono stabiliti tenori massimi.

I campioni di vegetali monitorati quest'anno mostrano un grado di contaminazione superiore ai campioni dello scorso anno. Ciò può essere dovuto al diverso processo di preparazione del campione: lo scorso anno i vegetali prelevati sono stati monitorati unicamente come alimenti e non come indicatori ambientali e per tanto analizzati solo in seguito a mondatura e lavaggio con acqua corrente. Sui 5 campioni risultati maggiormente contaminati si sta procedendo all'analisi sul campione lavato per un confronto diretto con lo scorso anno.

Tra i PFAS tradizionali il PFOA è stata la molecola maggiormente riscontrata nei vegetali, presente in 11 campioni su 20. Almeno una molecola di PFAS emergente è stata riscontrata in 12 campioni su 20. I composti maggiormente riscontrabili sono stati N3 ed N2. il C6O4 è stato rilevato in tre campioni.

Nei campioni di uova il valore della somma dei 4 PFAS tradizionali non supera, sottratta l'incertezza di misura estesa, i valori indicati nel Regolamento (UE) 2023/915, pari a  $1,7 \mu\text{g}/\text{kg}$ .

Il PFOS è risultato il composto maggiormente identificato nelle uova tra i 19 PFAS tradizionali, seguito da PFTTrDA, PFTTeDA e PFOA.

Dal confronto dei risultati ottenuti nelle campagne di monitoraggio 2022 e 2023 per le uova si vede come le concentrazioni siano diminuite per tutti gli analiti esaminati: in particolare il C6O4 non è stato mai rilevato nelle uova campionate nell'ultima campagna di monitoraggio.

Il Responsabile della S.C. Controllo Chimico  
Dott. ssa M.C. ABETE

Il Responsabile della S.S. Contaminanti Ambientali  
Dott. ssa S. SQUADRONE

ALLEGATO A

Tabella A1

Cl e H PERFLUORO ETERI DEGLI ACIDI CARBOSSILICI	FORMULA
CIPFECA 1,0	C7HCIF12O4
CIPFECA-2,0	C9HCIF16O5
CIPFECA-2,1	C12HCIF22O6
CIPFECA-2,2	C15HCIF28O7
HPFECA-1,0	C7H2F12O4
HPFECA-0,1	C8H2F14O4
HPFECA-2,0	C9H2F16O5
HPFECA-1,1	C10H2F18O5
HPFECA-0,2	C11H2F20O5
HPFECA-2,1	C12H2F22O6
HPFECA-1,2	C13H2F24O6
HPFECA-0,3	C14H2F26O6
HPFECA-2,2	C15H2F28O7
HPFECA-0,4	C17H2F32O7

Tabella A2

composizione % miscela tecnica ADV	Miscela di telomeri Cl-PFPECA	Formula	CAS NUMBER
7,3	ADV-M3 (CIPFECA-1,1)	C10HCIF18O5	329238-24-6
5,9	ADV-M4 (CIPFECA-1,2)	C13HCIF24O6	
37,1	ADV-N2 (CIPFECA-0,1)	C8HCIF14O4	
18,3	ADV-N3 (CIPFECA-0,2)	C11HCIF20O5	
9,10	ADV-N4 (CIPFECA-0,3)	C14HCIF26O6	
1,3	ADV-N5 (CIPFECA-0,4)	C17HCIF32O7	

Tabella A3

PFAS EMERGENTI	Formula	CAS NUMBER
(cC6O4 ovvero F-DIOX) C6O4	C6HF9O6	119031-41-9
GenX (HFPO-DA)	C6HF11O3	13252-13-6
ADONA (NaDONA)	C7HF12O4Na	252-13-6
F-53B: 6:2 CIPFESA (9Cl-PF3ONS)	C8F16ClSO4K	73606-19-6
F-53B: 8:2 CIPFESA (11Cl-PF3OUdS)	C10F20ClSO4K	73606-19-6

Tabella A4

PFAS TRADIZIONALI	Formula	CAS NUMBER
PFBA	C4 H F7 O2	375-22-4
PFPeA	C5HF9O2	2706-90-3
PFHxA	C6HF11O2	307-24-4
PFHpA	C7HF13O2	375-85-9
PFOA	C8HF15O2	335-67-1
PFNA	C9HF17O2	375-95-1
PFDA	C10HF19O2	335-76-2
PFUdA	C11HF21O2	2058-94-8
PFDoA	C8HF15O2	335-67-1
PFTTrDA	C13HF25O2	72629-94-8
PFTeDA	C14 H F27 O2	376-06-7
PFBS	C4HF9O3S	375-73-5
PFPeS	C5 F11 O3 S	630402-22-1
PFHxS	C6HF13O3S	355-46-4
PFHpS	C <sub>7</sub> F <sub>15</sub> NaO <sub>3</sub> S	21934-50-9
PFOS	C8HF17O3S	1763-23-1
PFNS	C9HF19O3S	68259-12-1
PFDS	C10HF21O3S	335-77-3
PFDoS	C12HF23O2	307-55-1



**ISTITUTO ZOOPROFILATTICO SPERIMENTALE DEL PIEMONTE, LIGURIA E VALLE D'AOSTA**  
**S.C. CONTROLLO CHIMICO**  
**Dott. ssa Maria Cesarina Abete**

Tel. n. +39 0112686237/ +39 0112686228  
 e-mail: [mariacesarina.abete@izsto.it](mailto:mariacesarina.abete@izsto.it) / [accettazione.chimico@izsto.it](mailto:accettazione.chimico@izsto.it) / [creaa@izsto.it](mailto:creaa@izsto.it)

**ALLEGATO B**

N° A c c i z z i o n e	M A T R I C E	C O M U N E	F R A Z I O N E	A L I M E N T A Z I O N E	A B B E Q U E V E R D A I A	A L L I P E V O L O M E N T O	A R E A  R I S C H I O	R I S C H I O  A T T E S O	PFDA	PFNA	PFDA	PFUnA	PFDoA	PFTeDA	PFTeDA	PFHxS	PFOS	SOMMA 4 (L.B.)	CIPFECA- 0.1 (N2)	CIPFECA- 2.0	CIPFECA- 1.1 (M3)	CIPFECA- 2.1	CIPFECA- 0.2 (N3)	CIPFECA- 1.2 (M4)	CIPFECA- 0.3 (N4)	CIPFECA- 2.2	somma 6-ADV	somma CI-ADV	HPFECA- 0.1	HPFECA- 1.1	HPFECA- 0.2	HPFECA- 1.2	somma H-ADV
105983	UOVA	CASTELLAZZO BORMIDA		M*	A**	AUTOCONSUMO	BIANCO	BASSO	0.047	0.053	0.073	0.055	0.059	0.07	0.067		0.61	0.71	0.11		0.18	0.038	0.5	0.12	0.099		1.009	1.047		0.02	0.023		0.043
105984	UOVA	SEZZADIO		G*	A	AUTOCONSUMO	BIANCO	BASSO	0.26	0.095	0.13	0.11	0.14	0.18	0.26	0.017	0.97	1.3	0.57	0.027	0.48	0.13	1.5	0.4	0.39	0.027	3.34	3.524	0.024	0.097	0.078	0.019	0.218
105985	UOVA	FRASCARO		M	P**	VENDITA	BIANCO	BASSO	0.06	0.02	0.022	0.015	0.026	0.033	0.038		0.11	0.19	0.16		0.079	0.018	0.24	0.056	0.05		0.585	0.603		0.014			0.014
107315	UOVA	ALESSANDRIA		M/G	A	VENDITA	AREA TRA 3 E 5 KM	MEDIO										0.045		0.035	0.012	0.16	0.031	0.025		0.296	0.308						
107316	UOVA	BOSCO MARENCO	DONNA	M	A	AUTOCONSUMO	BIANCO	BASSO	0.15	0.047	0.083	0.064	0.099	0.12	0.15		0.53	0.72	0.31	0.015	0.28	0.095	0.82	0.34	0.3	0.025	2.05	2.185		0.047	0.071	0.014	0.132
107317	UOVA	MONTECASTELLO		G	A	VENDITA	9 KM	ALTO									0.012	0.012															
109328	UOVA	FRANCAVILLA		M/G	A	AUTOCONSUMO	BIANCO	BASSO	0.03	0.017	0.015	0.014	0.014	0.015			0.059	0.11	0.058		0.061	0.014	0.18	0.042	0.032		0.373	0.387			0.01		0.01
109329	UOVA	ALESSANDRIA		M		AUTOCONSUMO	AREA TRA 3 E 5 KM	MEDIO	0.058	0.02	0.027	0.012	0.014	0.01			0.18	0.26	0.45	0.012	0.18	0.037	0.43	0.13	0.1		1.29	1.339		0.024	0.072	0.011	0.107
109331	UOVA	CASSINE		G	P		OLTRE 5 KM	BASSO									0.019	0.019															
109332	UOVA	ALESSANDRIA		G	A	VENDITA	AREA TRA 3 E 5 KM	MEDIO	0.053	0.014	0.013						0.085	0.15	0.15		0.055	0.012	0.13	0.047	0.052	0.434	0.446		0.016	0.019		0.035	
109333	UOVA	ALESSANDRIA		G	A	AUTOCONSUMO	AREA TRA 3 E 5 KM	MEDIO	0.062	0.024	0.023	0.013	0.011				0.12	0.2	0.23		0.092	0.019	0.23	0.081	0.081	0.714	0.733		0.023			0.023	

\*M=CONFEZIONATO; G=AUTOPRODOTTO

\*\*P=POZZO; A=ACQUEDOTTO



**ISTITUTO ZOOPROFILATTICO SPERIMENTALE DEL PIEMONTE, LIGURIA E VALLE D'AOSTA**

**S.C. CONTROLLO CHIMICO**  
**Dott. ssa Maria Cesarina Abete**

Tel. n. +39 0112686237/ +39 0112686228

e-mail: [mariacesarina.abete@izsto.it](mailto:mariacesarina.abete@izsto.it) / [accettazione.chimico@izsto.it](mailto:accettazione.chimico@izsto.it) / [creaa@izsto.it](mailto:creaa@izsto.it)

N° Accettazione	MATRICE	NOTE	COMUNE	FRAZIONE	IRRIGUAZIONE	CODICE P.O.L. LOGICIA	ARRECHIO	RISTESCHIO	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFBS	PFOS	SOMMA 4 (L.B.)	C604	CIPFECA-0,1 (M2)	CIPFECA-CA-2,0	CIPFECA-1,1 (M3)	CIPFECA-CA-2,1	CIPFECA-0,2 (M3)	CIPFECA-1,2 (M4)	CIPFECA-A-0,3 (M4)	CIPFECA-2,2	somma 6-ADV	somma CI-ADV	HPFECA-0,1	HPFECA-A-1,1	HPFECA-A-0,2	somma H-ADV	
<b>µg/kg</b>																															
102813	CAVOLO VERZA	NON LAVATO	CAPRIATA D'ORBA		P	AUTOCONSUMO	BIANCO	BASSO				0,044			0,044		0,011		0,013		0,025				0,049	0,049			0,016	0,016	
102893	CAVOLO CAPPUCCIO		ALESSANDRIA	SPINETTA MARENCO-VIA			AUTOCONSUMO	AREA ENTRO 3 KM	ALTO		0,15	0,095		0,15		0,077		0,032		0,059	0,013	0,033			0,214	0,214		0,018	0,071	0,089	
102826	CAVOLO VERZA			BASALUZZO		A	AUTOCONSUMO	BIANCO	BASSO		0,028			0,028		0,023										0,023	0,023				
102722	CAVOLO			ALESSANDRIA	SPINETTA MARENCO		AUTOCONSUMO	AREA ENTRO 3 KM	ALTO		0,11		0,067	0,18		0,097		0,24	0,022	0,49	0,11	0,18			1,117	1,139		0,019	0,076	0,095	
102845	CAVOLO VERZA			ALESSANDRIA	CASTEL CERIOLO	P	VENDITA	AREA TRA 3 E 5 KM	MEDIO		0,037			0,037	2,1	0,11		0,011		0,039	0,013	0,022			0,195	0,195	0,097			0,037	
102738	CAVOLO			ALESSANDRIA	SPINETTA MARENCO	A	AUTOCONSUMO	AREA ENTRO 3 KM	ALTO	0,14	0,059	0,025	0,11	0,49		0,11	11	0,52		0,074	0,023	0,32	0,13	0,25	0,013	1,234	1,33	0,093			0,093
102851	CAVOLO VERZA			ALESSANDRIA	CASTEL CERIOLO	P	VENDITA	AREA TRA 3 E 5 KM	MEDIO		0,033	0,22		0,22	1,6	0,096		0,02		0,081	0,041	0,14			0,378	0,378	0,054			0,054	
102857	CAVOLO			BOSCO MARENCO	DONNA	A	AUTOCONSUMO	BIANCO	BASSO		0,04			0,04		0,024				0,016					0,04	0,04					
102861	CAVOLO VERZA			FRUGAPOLO	FRUGAPOLO	P	AUTOCONSUMO	BIANCO	BASSO		0,048			0,048		0,024										0,024	0,024				
103772	CAVOLO VERZA			MONTECASTELLO			VENDITA	3 KM	ALTO																			0,072		0,072	
103779	CAVOLO			ALESSANDRIA	SAN GIULIANO VECCHIO	P	AUTOCONSUMO	OLTRE 5 KM	BASSO												0,013		0,011			0,024	0,024				
103784	INSALATA GENTILE			MONTECASTELLO			VENDITA	3 KM	ALTO					0,053																	
103788	CAVOLO VERZA			ALESSANDRIA	SAN GIULIANO VECCHIO	P	AUTOCONSUMO	OLTRE 5 KM	BASSO		0,07			0,07		0,12					0,023					0,143	0,143				
104396	CAVOLO			ALESSANDRIA	ALESSANDRIA	P	AUTOCONSUMO	OLTRE 5 KM	BASSO																						
104108	INSALATA			ALESSANDRIA	SAN MICHELE	P	AUTOCONSUMO	BIANCO	BASSO																						
105982	CAVOLFIORE			SEZZADIO		A	AUTOCONSUMO	BIANCO	BASSO				0,48																		
109322	INSALATA PAN DI ZUCCHERO			CASTELLAZZO BORMIDA	CASTELLAZZO BORMIDA		VENDITA	OLTRE 5 KM	BASSO																						
109325	CAVOLO VERZA			CASTELSPINA		P	AUTOCONSUMO	OLTRE 5 KM	BASSO				0,03		0,03																
109326	CAVOLO VERZA			CASAL CERVELLI		P	AUTOCONSUMO	OLTRE 5 KM	BASSO																						
109863	CAVOLO CAPPUCCIO			CASSINE		A, ACQUA PIOVANA	VENDITA	OLTRE 5 KM	BASSO																						

\*P=POZZO, A=ACQUEDOTTO